

**Verbetering van de waterkwaliteit in het Groene Hart in het kader
van een geïntegreerd ruimtelijk beleid en milieubeleid
(inventarisatiefase)**

K.E. Wit
M.P.A. van den Heuvel
H.Th.L. Massop
J.G. te Beest
M. Wijnsma
J.W. Jansen

Rapport 97

STARING CENTRUM, Wageningen 1990

REFERAAT

Wit, K.E., M.P.A. van den Heuvel, H.Th.L. Massop, J.G. te Beest, M. Wijnsma en J.W. Jansen, 1990. Verbetering van de waterkwaliteit in het Groene Hart in het kader van een geïntegreerd ruimtelijk beleid en milieubeleid (inventarisatiefase). Wageningen, Staring Centrum. Rapport 97. 64 blz.; 26 fig.; 29 tab.

In het open middengebied van de Randstad, aangeduid als het Groene Hart, is een inventarisatie uitgevoerd van abiotische gegevens. Deze gegevens betreffen ondermeer het bodemgebruik met daaraan gekoppeld belastingniveaus, kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van de geohydrologische en waterhuishoudkundige situatie, verontreinigde waterbodems en interne lozingen. Voor vakken ter grootte van 1 km² zijn de relevante kenmerken weergegeven door codes, waardoor een beeld kon worden verkregen van een kwantitatieve en kwalitatieve beïnvloeding van het oppervlaktewater in het studiegebied. Met behulp van selectieprogramma's zijn deelsystemen onderscheiden op grond van het belastingniveau en waterhuishoudkundige factoren.

Trefwoorden: het Groene Hart, geïntegreerd gebiedsgericht ruimtelijk beleid en milieubeleid, inventarisatie abiotische gegevens, belastingniveaus, klasse-indeling en codes, selecties, deelsystemen.

ISSN 0924-307

© 1989

STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied

Postbus 125, 6700 AC Wageningen

Tel.: 08370 - 19100; telefax: 08370 - 24812; telex: 75230 VISI-NL

Het Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu, en de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepasbaarheid van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm en op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Staring Centrum.

Project nr. 7187

417rm/08.90

| INHOUD | blz. |
|--|------|
| WOORD VOORAF | 7 |
| SAMENVATTING | 9 |
| 1 INLEIDING | 11 |
| 2 BEGRENZING STUDIEGEBIED | 13 |
| 3 OPZET VAN HET ONDERZOEK | 15 |
| 4 DE WATERHUISHOUDING | 17 |
| 5 GRONDWATERSYSTEMEN | 19 |
| 6 KWALITEITSASPECTEN VAN HET OPPERVLAKTEWATER | 21 |
| 6.1 Aquatische vegetaties | 21 |
| 6.2 Terrestische vegetaties | 23 |
| 6.3 Landbouwkundige eisen | 25 |
| 7 VERZAMELING VAN DE GEBIEDSGEGEVENS | 27 |
| 7.1 Bodemgebruikssituatie | 27 |
| 7.2 Bodemkundige situatie | 28 |
| 7.3 Hydrologische situatie | 29 |
| 7.4 Grondwatertrappen | 31 |
| 7.5 Kwaliteit van het grondwater | 33 |
| 7.5.1 Algemeen | 33 |
| 7.5.2 Chloridegehalte van het grondwater | 33 |
| 7.5.3 Fosfaat- en ammoniumgehalte van het grondwater | 34 |
| 7.6 Kwaliteit van het ingelaten water | 34 |
| 7.7 Interne lozingen | 39 |
| 7.8 Verontreinigde waterbodems | 39 |
| 7.9 Grondwaterrelaties | 41 |
| 8 RELATIES GEKOPPELD AAN GEBIEDSEIGENSCHAPPEN | 45 |
| 8.1 Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater als gevolg van belasting van het landoppervlak en processen in de bodem | 45 |
| 8.2 Bestrijdingsmiddelen | 46 |
| 8.3 Externe beïnvloeding van de waterkwaliteit | 48 |

| | | |
|-----|--|----|
| 9 | DE GESCHIKTHEIDSBEPALING VOOR GEBRUIKSFUNCTIES | 51 |
| 9.1 | Gebruik van abiotische gegevens voor de geschiktheidsbepaling | 51 |
| 9.2 | Natuurgebieden | 52 |
| 9.3 | Landbouwgebieden | 54 |
| 9.4 | Deelsystemen | 55 |
| 10 | PERSPECTIEVEN VOOR NATUURONTWIKKELING | 59 |
| | LITERATUUR | 61 |

WOORD VOORAF

In de vierde nota over de ruimtelijke ordening zijn voor het Groene Hart twee activiteiten aangekondigd:

- een Nadere Uitwerking (NU), waarin het ontwikkelen van een toekomstvisie en een concretisering daarvan in projecten en maatregelen centraal staan;
- een gebiedsgerichte benadering via ruimtelijk beleid en milieubeleid, waarbij het Groene Hart een van de ROM-gebieden is.

De NU- en de ROM-gebieden-benadering lopen gelijk op: een van de thema-groepen binnen de NU is de thema-groep milieu die getrokken wordt door de Unit Gebiedenbeleid van het Directoraat Generaal Milieubeheer. De Unit Gebiedenbeleid coördineert de ROM-projecten.

In opdracht van de coördinator gebiedenbeleid, ter ondersteuning van de themagroep milieu, is het onderhavige onderzoek opgestart.

Voor dit onderzoek is een begeleidingscommissie ingesteld, onder voorzitterschap van dhr. drs. A.F. v.d. Klindert (tijdens het onderzoek vervangen door dhr. ing. J.T. Bos) van de Unit Gebiedenbeleid van het ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer. In de begeleidingscommissie waren daarnaast de volgende instanties vertegenwoordigd: het Hoogheemraadschap van Rijnland (dhr. ir. R. Gerritsen); Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland (dhr. ir. H. de Mos); de provincie Zuid-Holland (dhr. drs. F.H.M.A. Clausman); de Rijksplanologische Dienst (dhr. ir. E. Dil); de Regionale Inspectie Milieuhygiëne (dhr. drs. A.J. Brasser); de Dienst Binnenwateren/RIZA (dhr. drs. F.A.M. Claessen) en het Consultantschap Natuur-, Milieu en Faunabeheer Zuid-Holland (dhr. drs. L.H.H. van Vliet). Namens het Staring Centrum namen dhr. ing. K.E. Wit en dhr. dr. J. Hoeks deel aan de bijeenkomsten van de begeleidingscommissie.

SAMENVATTING

De projectgroep Groene Hart-Nadere Uitwerking (GH-NU) heeft een startnotitie opgesteld (25 oktober 1989) waarin een aanzet wordt gegeven tot een nadere uitwerking van het ontwikkelingsperspectief voor het Groene Hart. Hierbij dient het accent te liggen op de toeristisch-recreatieve voorzieningen, behoud, herstel en versterking van natuurwaarden en natuurontwikkeling, een duurzaam landbouwkundig gebruik en de instandhouding van landschappelijke openheid.

Het Groene Hart is het open middengebied van de Randstad, begrensd door het gebied dat binnen de stedelijke invloedssfeer ligt. De lage ligging van het Groene Hart noodzaakt in natte perioden tot een intensieve bemaling, waarbij het gebiedseigen water wordt uitgeslagen op de boezemwateren. Daarnaast vindt in droge perioden waterinlaat plaats met Rijnwater ten behoeve van peilbeheersing en doorspoeling. De waterkwaliteit in het Groene Hart wordt in negatieve zin beïnvloed door lokale en diffuse verontreinigingen en de inlaat van gebiedsvreemd oppervlaktewater.

Voor een verbetering van de waterkwaliteit in het Groene Hart in het kader van een geïntegreerd ruimtelijk en milieubeleid is een onderzoeksopdracht van VROM aan het Staring Centrum verstrekt met daarin opgenomen de volgende punten:

- een beschrijving van de oppervlaktewaterhuishouding, de geohydrologische gesteldheid van het gebied en de interne zoutbelasting door kwel, de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater in relatie met het ingelaten water, het huidige bodemgebruik, de voorkomende functies en de eisen die deze functies stellen aan het kwantitatieve en kwalitatieve waterbeheer;
- een eerste voorlopige indicatie van gebieden met potenties voor natuurontwikkeling.

Het onderzoek is uitgevoerd op twee niveau's, namelijk:

- gebiedsniveau (166200 ha): oppervlaktewatersysteem, voorkomende grondwatersystemen, kwaliteitsaspecten oppervlaktewater (als achtergrondinformatie voor de uitwerking op celniveau);
- celniveau (grootte 100 ha):
 - * bronnen aan het aardoppervlak in cellen met belastingniveaus voor fosfaat, stikstof en bestrijdingsmiddelen gekoppeld aan een bodemgebruiksvorm, natuurgebieden met een basisbelasting van fosfaat en stikstof, interne lozingen of verontreinigde waterbodem.
 - * externe bronnen bepaald door de kwaliteit van het ingelaten water en de invloed op de kwaliteit van het oppervlaktewater in een cel.
 - * bronnen in de ondergrond in cellen met een potentiële kwel.

De gebiedskenmerken op celniveau betreffen het bodemgebruik, de bodemkundige en hydrologische situatie, de kwaliteit van het grondwater en ingelaten water en het voorkomen van interne lozingen en verontreinigde waterbodems. De mate waarin een bepaald gebiedskenmerk bijdraagt tot de kwaliteit van het oppervlaktewater of daaraan kan worden gerelateerd is weergegeven door een code, die qua oppervlak het grootste deel van de cel beslaat.

Het Groene Hart kan voor het merendeel worden gerekend tot de lage gronden van Nederland, gekenmerkt door een dicht net van waterlopen met een kunstmatige beheersing van de waterstand. Zowel de afwatering in natte perioden als de watervoorziening in droge perioden is beschreven waarbij het accent is gelegd op de stroomrichting en de belangrijkste inlaatpunten. Voor een aantal grondwatersystemen zijn globaal instroom- en uitstroomgebieden aangegeven.

In de relatief hoog gelegen polders vindt overwegend infiltratie plaats, terwijl in de droogmakerijen kwel voorkomt. Het oppervlaktewater heeft in het Groene Hart een belangrijke plaats in het landschap. De kwaliteitsaspecten van het oppervlaktewater betreffende aquatische vegetaties zijn behandeld, tevens is het maximaal toelaatbare chloridegehalte in het polderwater in relatie tot het bodemgebruik aangegeven.

Voor de terrestische vegetaties is de invloed van kwantitatieve aspecten op de natuurontwikkeling besproken. De verzameling van de relevante gebiedskenmerken, hiervoor gehanteerde klasse-indelingen en de wijze waarop de gegevens met behulp van codes zijn ingevoerd in een gegevensbestand is uitvoerig toegelicht. Bij de verwerking van de gebiedsgegevens is het accent gelegd op de geschiktheidsbepaling voor de gebruiksfuncties natuur en landbouw. Met selectieprogramma's is op celniveau een inzicht gegeven in het belastingniveau in relatie tot het bodemgebruik en de hydrologische situatie en het voorkomen van interne lozingen en/of verontreinigde waterbodems. Bij de uitgevoerde selecties zijn tevens kwantitatieve aspecten betrokken; een relatief hoge wegzijging en een ontwateringstoestand die niet beantwoordt aan een optimaal bodemgebruik. De uitgevoerde selecties hebben een indeling in deelsystemen opgeleverd. De aan deze deelsystemen toegekende eigenschappen kunnen als richtlijn dienen voor het vaststellen van de gebruiksfunctie.

De projectgroep Groene Hart-Nadere Uitwerking (GH-NU) waarin drie ministeries (VROM, LNV, VW) en de drie randstad-provincies zijn vertegenwoordigd heeft een startnotitie opgesteld (25 oktober 1989), waarin een aanzet wordt gegeven tot een nadere uitwerking van het ontwikkelingsperspectief voor het Groene Hart, mede in relatie tot de aan de Randstad grenzende Grote Wateren. Volgens de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening dient het accent daarbij te liggen op de toeristisch-recreatieve voorzieningen, het behoud en de versterking van natuurwaarden en natuurontwikkeling, een duurzaam landbouwkundig gebruik en de instandhouding van landschappelijke openheid. Deze nadere uitwerking moet leiden tot een plan van aanpak voor een geïntegreerd gebiedsgericht ruimtelijk en milieubeleid met het oog op een duurzame ontwikkeling van het landelijk gebied.

Het Groene Hart is het open middengebied van de Randstad, begrensd door het gebied dat binnen de stedelijke invloedssfeer ligt. De lage ligging van het Groene Hart noodzaakt in natte perioden tot een intensieve bemaling, waarbij het gebiedseigen water wordt uitgeslagen op de boezemwateren. Daarnaast vindt in droge perioden waterinlaat plaats met Rijnwater en water uit het Markermeer.

De mogelijkheden tot natuurontwikkeling worden mede bepaald door de kwantitatieve en de kwalitatieve aspecten van de waterhuishouding. De waterkwaliteit in het Groene Hart wordt in negatieve zin beïnvloed door de interne verzilting ten gevolge van zoute kwel, door locale en diffuse verontreinigingen en door de inlaat van gebiedsvreemd oppervlaktewater (met name Rijnwater) ten behoeve van peilbeheersing en doorspoeling.

Voor een plan van aanpak ter verbetering van de kwantitatieve en kwalitatieve waterhuishouding dient allereerst een goede systeembeschrijving van het Groene Hart te worden gerealiseerd, waarbij de aan- en afvoer van oppervlaktewater, de geohydrologische situatie en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in beeld worden gebracht. Het bovengenoemde heeft geleid tot het verstrekken van een onderzoeksopdracht van VROM aan het Staring Centrum (SC) met daarin opgenomen de volgende punten:

- een beschrijving van de oppervlaktewaterhuishouding met een globale indicatie van de aan- en afvoerroutes van het oppervlaktewater;
- een beschrijving van de geohydrologische gesteldheid van het gebied, (samenhang tussen infiltratie- en kwelgebieden);
- het aangeven van de verdeling van kwel en wegzijging over het gebied en de interne zoutbelasting door kwel;
- een beschrijving van de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater in relatie met het ingelaten water;
- een beschrijving van het huidige bodemgebruik, de voorkomende functies en de eisen die deze functies stellen aan het kwantitatieve en

- kwalitatieve waterbeheer;
- het ontwikkelen van een methodiek om de beschikbare abiotische gegevens optimaal te benutten ten behoeve van de geschiktheidsbepaling voor natuurontwikkeling op basis van de huidige belasting van bodem en water.

Gezien de beschikbare tijd voor de uitvoering van de onderzoeksopdracht - 3 maanden - zal in deze inventarisatiefase alleen gebruik kunnen worden gemaakt van bestaande gegevens. Verder zijn de relevante processen - kwel of infiltratie, aan- en afvoer, stofstromen - in een stationaire fase beschouwd. In dat licht gezien dient het globale karakter van dit rapport te worden benadrukt.

2 BEGRENZING STUDIEGEBIED

De begrenzing van het Groene Hart is niet consistent, maar hangt samen met het betreffende thema. In de tweede vergadering op 22 februari van de begeleidingscommissie voor het project waterkwaliteit in het Groene Hart is de begrenzing vastgesteld (fig. 1). Voor de verwerking van de gebiedsgegevens is deze begrenzing geschematiseerd volgens de coördinaatvakken van 1 km² (cel), overeenkomstig de topografische kaart. De oppervlakte van het studiegebied bedraagt 166 200 ha (1662 km²).

3 OPZET VAN HET ONDERZOEK

In samenhang met de vorm waarin de benodigde gegevens beschikbaar zijn is voor deze fase het onderzoek uitgevoerd op twee niveaus, namelijk:

- gebiedsniveau (totaal studiegebied van 166 200 ha);
- celniveau (grootte 100 ha).

Op gebiedsniveau is een beschrijving gegeven van:

- het oppervlaktewatersysteem (af- en aanvoerroutes van het oppervlaktewater);
- voorkomende grondwatersystemen (samenhang tussen infiltratie- en kwelgebieden);
- kwaliteitsaspecten van het oppervlaktewater.

Op celniveau, waarbij de ligging van een cel wordt aangegeven door de y- en x-coördinaat van het hoekpunt aan de linkeronderkant van de cel, zijn een aantal relevante gebiedskenmerken beschouwd welke in meer of mindere mate kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van het oppervlaktewater betreffen. In hoofdlijnen zijn hierbij onderscheiden:

- bronnen aan het aardoppervlak:
- * cellen met een bepaalde bodemgebruiksvorm met daaraan gekoppelde belastingniveaus voor fosfaat, stikstof en bestrijdingsmiddelen;
- * cellen voor natuurgebieden, waarbij is uitgegaan van een basisbelasting van fosfaat en stikstof;
- * cellen waarin een interne lozing plaatsvindt of waarvan de waterbodem plaatselijk is verontreinigd.

(Transport vanuit de bodem naar het oppervlaktewater vindt plaats via het grondwater via kwel en neerslagoverschotten)

- externe bronnen:
- * de externe belasting van de cellen wordt bepaald door de oppervlaktewaterhuishouding: wateraanvoerbehoefte voor peilbeheer en doorspoeling. Hierbij zijn van belang de kwaliteit van het ingelaten water en de mate waarin de kwaliteit van het oppervlaktewater in een cel wordt bepaald door het ingelaten water.
- bronnen in de ondergrond:
- * voor cellen met een potentiële kwel wordt het transportsysteem geactiveerd door de regionale waterhuishouding en ter plaatse door het verschil tussen polderpeil en de stijghoogte van het grondwater in de watervoerende pakketten.

De mate waarin een bepaald gebiedskenmerk bijdraagt tot de kwaliteit van het oppervlaktewater of daaraan kan worden gerelateerd is weergegeven door een code. In een cel kunnen meerdere codes van hetzelfde gebiedskenmerk voorkomen; in dit geval is de code beschouwd die qua oppervlak het grootste deel van de cel beslaat. Er kunnen maximaal 10 codes worden onderscheiden. De gebiedskenmerken zijn ontleend aan verschillende informatiebronnen; bij de toekenning hiervan aan de cellen kunnen voor dezelfde gebiedskenmerken discrepanties ontstaan. Verder kan een combinatie van codes voorkomen, die duiden op situaties welke in werkelijkheid niet voorkomen, zoals bijvoorbeeld bouwland op veengrond bij een Gt II. Een controlebewerking is derhalve uitgevoerd om genoemde fouten te signaleren en correcties aan te brengen. In dit stadium zijn zowel de optredende processen als de grondwaterstromingen in een stationaire fase beschouwd. Ondanks deze beperkingen mag worden verwacht dat een selectie van de gehanteerde codes voor de onderscheiden gebiedskenmerken een indruk geeft over de kwantitatieve en kwalitatieve belasting in een cel en daarvan afgeleid de potenties voor bepaalde functies. De op gebiedsniveau verstrekte gegevens kunnen als achtergrondinformatie worden beschouwd voor een meer gedetailleerde uitwerking op celniveau.

Het Groene Hart kan voor het merendeel worden gerekend tot de lage gronden van Nederland. Deze worden gekenmerkt door een dicht net van waterlopen met een kunstmatige beheersing van de waterstand. In de veengraslandgebieden is de drooglegging relatief gering; in de droogmakerijen met akkerbouw is deze groter.

De waterstaatkundige ontwikkelingen in de loop der jaren zijn niet alleen nauw verbonden met de wijze van ontstaan van het gebied, maar tevens met het gewijzigd grondgebruik naderhand en de vooral bij venige en kleiige gronden opgetreden maaiveld dalingen ten gevolge van inklinking, oxydatie en krimp. Dit proces gaat nog steeds door en heeft er toe geleid dat het centrale deel, de Krimpenerwaard en de Alblasserwaard, nu bemalen moeten worden, terwijl vroeger een natuurlijke afwatering mogelijk was. Daarnaast is een verandering in de hydrologische situatie opgetreden. In het centrale deel zijn infiltratiegebieden gebleven, merendeels onder invloed van de droogmakerijen. In de Alblasserwaard en in het zuidelijk deel van de Krimpenerwaard daarentegen zijn de infiltratiegebieden overgegaan in kwelgebieden.

Ten gevolge van de lage ligging van de droogmakerijen ten opzichte van zeeniveau, de grote rivieren en de hoge gronden van Oost Utrecht en het Gooi wordt een grondwaterstroming (extern) geactiveerd naar het studiegebied. Daarnaast is er plaatselijk een grondwaterstroming (intern) van relatief hoog gelegen polders en van boezemwateren naar aangrenzende laag gelegen polders. De genoemde grondwaterstromingen manifesteren zich als kwel- en infiltratiegebieden. Ten gevolge van plaatselijk aanwezig brak tot zout grondwater leidt de hier voorkomende kwel tot verzilting van het oppervlaktewater en daarmee tot een extra wateraanvoerbehoefte voor doorspoeling.

De hoofdaf- en aanvoersystemen betreffen het Amsterdam-Rijnkanaal, het Lekkanaal en de grote rivieren. Het secundaire systeem betreft de boezemwateren. De polderwateren worden tot het tertiaire systeem gerekend (Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland). In fig. 2 zijn deze systemen aangegeven.

Afwatering in natte perioden

Eenheden lozend op de Noordzee via het Noordzeekanaal:

- * Amsterdam-Rijnkanaal, in open verbinding met het Noordzeekanaal;
- * Amstelland via sluis te Zeeburg bij Amsterdam en de Vecht indirect via Amstelland;
- * Rijnland loost via de Woerdersluis te Spaarndam en via gemaal Halfweg
- * Stadswater van Utrecht via Vecht of Amsterdam-Rijnkanaal.

Eenheden deels rechtstreeks lozend op de Noordzee:

- * Rijnland via een gemaal en een uitwateringssluys bij Katwijk.

Eenheden lozend op de Noordzee via de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas, Hollandsche IJssel, Lek en de Merwede:

- * Rijnland loost op de Hollandsche IJssel bij Gouda, evenals de boezem van Woerden via de Oude Rijn en de Gekanaliseerde Hollandsche IJssel;
- * Lopikerwaard loost op de Lek en op de Hollandsche IJssel bij Gouda via de Gekanaliseerde Hollandsche IJssel;
- * Krimpenerwaard loost in hoofdzaak op de Hollandsche IJssel en de Lek;
- * Schieland loost via de Snellesluis op de Hollandsche IJssel en via de Leuvelsluis en het Boerengat op de Nieuwe Waterweg;
- * Alblasserwaard loost op de Lek bij Kinderdijk en via het Kanaal van Steenenhoek op de Merwede.

Watervoorziening in droge perioden

Het algemeen gevoerde peilbeheer, de goed functionerende ontwatering en afwatering voor met name de landbouwgebieden hebben tot gevolg dat het neerslagoverschot in de winter binnen korte tijd wordt afgevoerd. In de zomerperiode met veelal een iets hoger peil is niet alleen hiervoor water nodig maar tevens om de tekorten aan te vullen in verband met een toenemend verdampingsoverschot. Daarnaast is plaatselijk een extra wateraanvoer nodig voor doorspoeling in verband met interne belastingsbronnen.

De hoofdaanvoersystemen voor het Groene Hart zijn het Amsterdam-Rijnkanaal, de Hollandsche IJssel, de Lek en het Merwedekanaal.

- * Aanvoer via het Amsterdam-Rijnkanaal; aanvoer vanuit de Lek vindt plaats via de Prinses Irenesluizen te Wijk bij Duurstede. De watervoorzieningsgebieden zijn de aanliggende waterschappen. Bij lage bovenrivierafvoeren en verzilting van de Hollandsche IJssel kunnen Rijnland en Schieland via de Leidse Rijn van water worden voorzien. Bij voldoende verval wordt tevens bij Muiden uit het Markermeer water ingelaten dat via ondermeer de Vecht tot afstroming komt naar het Amsterdam-Rijnkanaal.
- * Aanvoer via de Hollandsche IJssel; bij Gouda kan water worden ingelaten voor Rijnland. Schieland laat water in via de Snellesluis.
- * Aanvoer via de Lek; uit de Lek wordt water ingelaten voor de Lopikerwaard, Krimpenerwaard en de Alblasserwaard.
- * Aanvoer via het Merwedekanaal; voor de watervoorziening van het oostelijk deel van de Alblasserwaard.

In perioden met afwisselend af- en aanvoer kan de lozing vanuit polders met een relatief slechte waterkwaliteit naderhand elders van invloed zijn op de kwaliteit van het ingelaten water. In paragraaf 7.6 wordt hier op teruggekomen.

Een belangrijk aspect bij het onderscheiden van grondwatersystemen is het aangeven van in- en uitstroomgebieden op verschillend schaalniveau en de onderlinge samenhang. Tijdens de grondwaterstroming van infiltratiegebieden naar kwelgebieden kan een van oorsprong regenwaterachtig type zich wijzigen in een grondwaterachtig type. Met name voor natte terrestrische ecosystemen is de toevoer van calciumbicarbonaat-houdend kwelwater gunstig, omdat daarmee de verzurende werking van infiltrerend regenwater wordt geneutraliseerd. Als zodanig heeft de toevoer van kwelwater een bufferende werking op de belangrijkste standplaatsfactoren voor de natuurlijke vegetatie (pH, nutriënten en vocht).

De externe grondwaterstroming omvat in hoofdlijnen een stroming vanaf de Utrechtse Heuvelrug en een stroming vanaf de Noordzee in combinatie met een stroming uit het duingebied. Verder vindt een grondwaterstroming vanuit de grote rivieren in het zuidelijke deel van het studiegebied plaats. Aan met name het grondwater dat afkomstig is van de Utrechtse Heuvelrug kunnen goede kwaliteitseigenschappen worden toegekend.

De interne grondwaterstroming binnen het studiegebied wordt geactiveerd door een grote differentiatie in polderpeilen. Hierbij kunnen twee complexen van laag gelegen polders worden aangegeven die van elkaar worden gescheiden door een infiltratiezone van relatief hoog gelegen gronden aan weerszijden van de Oude Rijn. Enige gebieden met een directe relatie tussen infiltratie en kwel zijn: de Vinkeveense Plassen en de Polder Groot-Mijdrecht, de Nieuwkoopse Plassen en de Polder Nieuwkoop, de Westeinder Plassen en de Polder Legmeer, het noordelijk deel van de Krimpenerwaard en de Zuidplaspolder.

Als achtergronddocument van het Natuurbeleidsplan is het rapport "Grondwaterstromingsstelsels in Nederland" samengesteld. Hierin wordt aangegeven welke regionale grondwatersystemen in het studiegebied voorkomen (Engelen e.a, 1989).

6.1 Aquatische vegetaties

De kwaliteit van het oppervlaktewater is een belangrijk gegeven voor de ontwikkeling en instandhouding van natuurlijke ecosystemen. De mate van eutrofiëring met nutriënten (N en P) heeft direct effect op het aquatisch ecosysteem en de oevervegetaties. Via infiltratie is er ook een indirect effect op de grondwaterkwaliteit en daarmee op de terrestische ecosystemen. Een belangrijke doelstelling van deze studie is het in beeld brengen van de oppervlaktewaterkwaliteit, vanwege de grote invloed hiervan op de ontwikkeling en instandhouding van de natuurlijke ecosystemen. In het Groene Hart heeft het oppervlaktewater een belangrijke plaats in het landschap. In het kader van de verkennende eerste fase van deze studie wordt allereerst een indeling van de oppervlaktewatertypen naar trofiegraad van belang geacht. Daarnaast zijn uiteraard ook andere chemische parameters van belang, zoals de macro-ionen (waaronder chloride) en organische microverbindingen (waaronder bestrijdingsmiddelen).

De belangrijkste limiterende factoren voor de groei van waterplanten zijn: fosfor (P), stikstof (N) en koolstof (C). De concentraties van deze elementen spelen een belangrijke rol bij de beoordeling van water op voedselrijkdom. In produktieve wateren met een hoge planktonbiomassa worden 's zomers dikwijls lage P- en N-concentraties gemeten. Op grond van die metingen zou geconcludeerd kunnen worden dat het water voedselarm is, terwijl het in werkelijkheid voedselrijk is. Het aanwezige fytoplankton bezit het vermogen om de beschikbare voedingsstoffen snel en efficiënt uit het water op te nemen. Metingen in de zomer geven derhalve een slecht beeld van het werkelijke voedingsstoffenaanbod.

Bij de indeling naar trofieniveau van oppervlaktewateren waarin plankton een relatief belangrijke rol speelt, dient rekening te worden gehouden met anorganische C als belangrijke minimumfactor. Voor wateren, waarin waterplanten een belangrijke ecologische rol spelen is het veel gecompliceerder om een indeling naar trofieniveau te maken. Veel planten halen hun voedingsstoffen uit de lucht en de bodem. De lucht is als directe leverancier van CO_2 belangrijk voor drijvende en emergente planten. De bodem is voor veel wortelende soorten de belangrijkste bron van voedingsstoffen. Bij een trofieindeling van wateren met veel waterplanten zou dus rekening moeten worden gehouden met het aanbod van P en N uit zowel water als bodem en met het aanbod van C uit bodem, water en lucht. In deze fase is het nodig een zo eenvoudig mogelijke indeling te hanteren. De tijd en de gegevens ontbreken om een gedifferentieerde indeling te kunnen maken. Om deze reden zou kunnen worden volstaan om de indeling te baseren op een of twee stoffen (P en N). De fosfaat-

concentratie komt hiervoor als eerste in aanmerking. De norm van de basiskwaliteit kan als uitgangspunt dienen (0,15 mg totaal-P/l). Een zeker voorbehoud dient hierbij in acht te worden genomen aangezien deze norm arbitrair is. In de CUWVO-rapportage wordt de volgende klasse-indeling gehanteerd: < 0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,30 en >0,30 (mg totaal-P/l).

Voor het aangeven van potenties voor natuurontwikkeling kan worden aangesloten bij het onderzoek van De Lyon en Roelofs (1986). Hierin wordt een indeling gebaseerd op een groot aantal metingen van stofconcentraties in oppervlaktewateren met bijbehorende vegetatie-opnamen. Wel dient te worden opgemerkt dat de bepalingen voor het grootste gedeelte betrekking hebben op geïsoleerde wateren. Evenwel zijn de boezemwateren ook bij de inventarisatie van waterplanten in relatie tot de waterkwaliteit betrokken. De Lyon en Roelofs (1986) geven een indeling op basis van de orthofosfaatconcentratie van het oppervlaktewater in relatie tot het voorkomen van indicatiesoorten.

Deze indeling is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Indeling in kwaliteitsklassen voor orthofosfaatconcentraties.

| Indicatoren | PO ₄ -P (mg/l) | |
|---|---------------------------|--------------------|
| | gg | absoluut voorkomen |
| 1 Soorten van fosfaatarm water | gg < 0,0155 | < 0,062 |
| 2 Soorten van fosfaatarm tot matig fosfaatarm water | 0,0155 < gg < 0,078 | < 0,248 |
| 3 Soorten van fosfaatrijk water | 0,078 < gg < 0,279 | > 0,019 en < 0,496 |
| 4 Soorten van zeer fosfaatrijk water | gg > 0,279 | > 0,031 |
| 5 Indifferente soorten | - | - |

Hierin is gg het zogenaamde indicatiegewicht. Het absoluut voorkomen geeft aan onder of boven welke grenswaarde de soorten niet voorkomen. De meeste boezem- en polderwateren in het Groene Hart vallen volgens de indeling van De Lyon en Roelofs in de klassen fosfaatrijk en zeer fosfaatrijk water (zie tabel 13, paragraaf 7.6).

De genoemde auteurs geven eveneens een klasse-indeling op basis van het stikstofgehalte van het open water. Veel soorten bezitten een brede respons (komen voor bij uiteenlopende waarden van het N-gehalte) en er is een grote groep van indifferente soorten. Vier groepen worden onderscheiden (tabel 2):

Tabel 2 Indeling in kwaliteitsklassen voor nitraatconcentraties.

| Indicatoren | NO ₃ -N (mg/l) | | |
|--|---------------------------|--------------|--------------------|
| | gg | | absoluut voorkomen |
| 1 Soorten van nitraatarm water | | gg < 0,042 | < 0,056 |
| 2 Soorten van matig nitraatarm water | 0,042 | < gg < 0,084 | < 0,224 |
| 3 Soorten van matig nitraatarm tot nitraatrijk water | | gg < 0,244 | < 0,0896 |
| 5 Indifferente soorten | - | | - |

In de wateren waarin fosfaat niet limiterend is voor de plantengroei kan stikstof een limiterende factor zijn. Omgekeerd als stikstof niet limiterend is, kan fosfaat de limiterende factor zijn. Daarnaast kunnen situaties voorkomen waarin zowel de concentratie van fosfaat als van stikstof van belang is.

Fosfaatarme tot matig fosfaatarme wateren (zie tabel 1) worden als limiterend beschouwd. Evenzo worden nitraatarme tot matig nitraatarme wateren (zie tabel 2) als limiterend beschouwd. Met nadruk wordt gesteld dat de hier gegeven waarden betrekking hebben op de orthofosfaat- en de nitraatgehalten in het oppervlaktewater en zijn gebaseerd op soorten waterplanten met ondergedoken of drijvende bladeren.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen is sterk gekoppeld aan het bodemgebruik. Het bestrijdingsmiddelenverbruik op grasland (het overgrote deel van het Groene Hart) is in vergelijking met de andere vormen van bodemgebruik relatief laag (zie paragraaf 8.2).

Andere bronnen van verontreiniging van het oppervlaktewater betreffen de interne lozingen van ongezuiverd afvalwater (niet op het riool aangesloten woningen in het buitengebied) en lozingen van effluent uit RWZI's (in hoofdzaak op de boezemwateren). Ook de kwaliteit van de waterbodems is van invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit (zie paragrafen 7.7 en 7.8).

6.2 Terrestische vegetaties

Bij het behoud en de versterking van de natuurwaarden van het landelijk gebied in het Groene Hart, als ook bij natuurontwikkeling binnen dit gebied spelen tevens kwantitatieve aspecten een rol. Bij het kwantitatieve aspect speelt vooral de verdroging van natuurgebieden een rol. Verdroging van natuurgebieden hangt samen met:

- grondwaterstandsaling
- wegvallen van kwel

Door grondwaterstandsaling treedt er een afname op in de vochtgradient als gevolg van het verdwijnen van natte en vochtige standplaatsen. Het wegvallen van kwel en de inlaat van gebiedsvreemd water leidt tot een

verandering van het watertype. De ecologische effecten van grondwaterstandsaling zijn direct merkbaar aan veranderingen in de vegetatie. Via veranderingen in de standplaatsfactoren worden planten als eerste geconfronteerd met grondwaterstandsaling. Door Den Besten (1985) worden als belangrijkste standplaatsfactoren genoemd:

- vochtvoorziening
- aeratietoestand
- voedingstoestand
- zuurgraad/bufferend vermogen

Verlaging van de grondwaterstand heeft een afname van de vochtvoorziening tot gevolg en een toename van de aeratie. Verandering in de kwelstroom en de inlaat van gebiedsvreemd water beïnvloeden de verzuring en de eutrofiëring. Ook de toename van de aeratie heeft invloed op de verzuring en de eutrofiëring. Onlangs is een landelijke inventarisatie van verdrogingsverschijnselen in natuur en bosterreinen uitgevoerd (Projectteam Verdroging, 1989). Hierbij is nagegaan in hoeverre de natte en vochtige natuurwaarden zijn afgenomen sinds 1950. Hierbij zijn beschouwd de specifieke levensgemeenschappen die zijn gebonden aan natte of vochtige omstandigheden. De mate van verdroging van de standplaatstypen is bepaald op basis van veranderingen in de vegetatie of de fauna, die wijzen op een daling van de grondwaterstand, vermindering van de hoeveelheid kwel of de inlaat van oppervlaktewater. De gevonden veranderingen zijn vervolgens geijkt met gegevens over hydrologische veranderingen (peil-filtergegevens, grondwatertrappenkaarten, COLN-onderzoek). Op basis van deze gegevens is via een vertaling van terreingegevens naar ecohydrologische districten een kaart voor Nederland samengesteld met daarop aangegeven de plaatsen waar de natte/vochtige natuurwaarden matig tot sterk zijn verdroogd. Deze informatie is overgenomen in fig. 3.

Vergelijking van de verdrogingskaart (fig. 3) voor natte/vochtige natuurwaarden met de kaart voor natte graslanden (Gt I en II) (fig. 25) toont voor het gebied van de Alblasserwaard en het Vechtplassengebied goede overeenkomsten. Als een mogelijke oorzaak voor de verdroging van de Alblasserwaard zouden de uitgevoerde ruilverkavelingen kunnen worden genoemd. Voor het Vechtplassengebied wordt een verminderde kwel vanuit de hogere zandgronden als belangrijkste oorzaak gezien van de verdroging. Voor de overige gebieden lijken de kaarten met elkaar in tegenspraak, echter in deze gebieden is een verandering opgetreden in het watertype als gevolg van inlaat van gebiedsvreemd water. Deze verandering is de belangrijkste verklarende factor voor de ecologische verdrogingseffecten (Projectgroep Verdroging, 1989).

6.3 Landbouwkundige eisen

De kwaliteitseisen van de landbouw aan het oppervlaktewater richten zich met name op het chloridegehalte. Het maximaal toelaatbare chloridegehalte van het polderwater is afhankelijk van het bodemgebruik. In tabel 3 zijn de vermelde normen hieromtrent ontleend aan het Voortgezet Onderzoek Kanaal Waddinxveen-Voorburg (1981). Voor bepaalde teelten (zeer gevoelige gewassen) en of teeltvormen (glasteelten in beperkt bewortelbaar volume) worden lagere chloridegehalten (ca. 50 mg/l) wenselijk geacht. Deze waarden zijn in Zuid-Holland in het algemeen voor het oppervlaktewater niet te realiseren. In die gevallen zal water uit andere bronnen moeten worden betrokken, zoals het gebruik van regenwater of drinkwater, mits van voldoende laag chloridegehalte.

Tabel 3 Maximaal toelaatbaar chloridegehalte van het oppervlaktewater bij de onderscheiden vormen van bodemgebruik.

| omschrijving bodemgebruik | toelaatbaar gehalte (mg/l) |
|--|----------------------------|
| recreatief terrein open water grasland bouwland | 600 |
| aardappelen/bieten pit- en steenvruchten boomkwekerijgewassen vollegrondstuinbouw bloembolgewassen | 300 |
| glastuinbouw | 200 |

Het uitgevoerde onderzoek dient algemene informatie te verschaffen over de kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van de waterhuishouding in het nld studiegebied en meer gedetailleerd over de factoren welke hierbij zijn betrokken. Aan deze factoren kan een waardering worden toegekend op grond van de kwaliteit of het belastingniveau. Met selectieprogramma's kunnen dan gebieden worden aangegeven die perspectieven bieden voor bepaalde functies.

De gebiedsgegevens betreffen het bodemgebruik, de bodemkundige en hydrologische situatie, de kwaliteit van het grondwater en ingelaten water en het voorkomen van interne lozingen en verontreinigde waterbodems. Een aantal gegevens is in eerste instantie op kaarten vastgelegd, daarnaast is tevens gebruik gemaakt van reeds aanwezige databestanden. In verband met de verdere verwerking, waarop naderhand zal worden ingegaan, zijn de onderscheiden kaarteenheden door middel van cijfers gecodeerd. Deze codering is eveneens toegepast voor de databestanden. De gegevens die bij het onderzoek zijn verzameld zijn voornamelijk ontleend aan eerder door het SC verricht onderzoek.

7.1 Bodemgebruikssituatie

De bodemgebruiksvorm is hoofdzakelijk afgeleid van de streekplankaarten schaal 1 : 50 000 voor de provincies Zuid-Holland en Utrecht. Verder is gebruik gemaakt van topografische (kleuren)kaarten, schaal 1 : 50 000. De voorkomende bodemgebruiksvormen zijn samengevoegd tot tien groepen (tabel 4).

Tabel 4 Groepering van de categorieën bodemgebruik.

| Code bodem- gebruiksgroep | Omschrijving bodemgebruiksgroep |
|------------------------------|--|
| 0 | stads- en dorpsgebied (bestaand en nieuw) |
| 1 | natte natuurgebieden |
| 2 | open water, meren (boezem) |
| 3 | open water, rivieren |
| 4 | open water, meren (polder) |
| 5 | bouwhand, (inclusief open water, wegen en bebouwing) |
| 6 | glastuinbouw, (inclusief open water, wegen en bebouwing) |
| 7 | grasland, < 20 % open water (inclusief wegen en bebouwing) |
| 8 | grasland, > 20 % open water (inclusief wegen en bebouwing) |
| 9 | sierteeltgebied (bestaand en nieuw) (inclusief wegen en bebouwing) |

In fig. 4 is het bodemgebruik weergegeven.

7.2 Bodemkundige situatie

De gegevens omtrent de bodemsoorten zijn afkomstig uit het LKN-bestand (Landschapsecologische Kartering Nederland). In dit LKN-bestand is de Bodemkaart van Nederland van Stiboka (1 : 50 000) gedigitaliseerd in cellen van een vierkante kilometer. Daarbij wordt per cel aangegeven welke bodemsoorten er voorkomen en welk percentage van de cel deze beslaan. De gebruikte bodemcodes bestaan uit vier cijfers. Het eerste cijfer geeft de hoofdgroep aan en de daaropvolgende cijfers een onderverdeling in LKN-bodemeenheden. Deze onderverdeling is gemaakt op voor de ecologie belangrijke bodemkenmerken welke informatie bevatten over saliniteit, vochttoestand, trofietoestand en zuurgraad. Hierdoor verschilt de bodemindeling van het LKN-bestand enigszins van die van de Bodemkaart van Nederland. Dit komt vooral tot uiting in de gegeneraliseerde naamgeving. Voor de studie in het Groene Hart is de bodemeenheid beschouwd die het grootste oppervlak beslaat binnen een cel. Vanwege het beperkte aantal codes (10) kan slechts gebruik worden gemaakt van de indeling in twee cijfers, dat wil zeggen tot en met de eerste onderverdeling. Het totaal aantal in het Groene Hart voorkomende bodemsoorten bedraagt dan 17, zodat alsnog een aantal soorten in een klasse zijn samengevoegd (tabel 5).

Tabel 5 Indeling in bodemsoorten.

| LKN-code | Aantal cellen | Vakkencode | LKN-Beschrijving |
|----------|---------------|------------|--|
| 11 | 182 | 1 | Veengronden met toemaakdek |
| 13 | 206 | 2 | Veengronden met v.aarbare bovengrond |
| 14 | 7 | 4 | Veengronden met zanddek |
| 16 | 305 | 3 | Veengronden met kleidek |
| 17 | 40 | 4 | Veengronden overige |
| 19 | 28 | 4 | Veencomplexen |
| 23 | 69 | 5 | Zeeklei moerig of kattenklei |
| 24 | 235 | 6 | Zeekleigronden algemeen |
| 29 | 5 | 6 | Zeekleigronden complex |
| 31 | 342 | 7 | Rivierkleigronden kalkloos |
| 32 | 26 | 8 | Rivierkleigronden kalkhoudend |
| 39 | 12 | 9 | Complex/associaties rivierkleigronden |
| 45 | 2 | 9 | Zee- en duinzandgronden |
| 52 | 1 | 9 | Zandgrond moerig |
| 54 | 6 | 9 | Podzol humus-/veld- |
| 91 | 13 | 9 | Associaties veen-/zeeklei-/zandgronden |
| 95 | 3 | 9 | Associaties dek-/beekzand |
| 99 | 69 | 77 | Urbaan beïnvloed |
| 90 | 111 | 0 | Open water |
| Totaal | 1662 | | |

De uiteindelijke klasse-indeling is tot stand gekomen door het samenvoegen van de associaties en zandgronden in een klasse (9) en door de bodemsoorten die een klein aantal cellen beslaan in te delen bij vergelijkbare bodems.

De klasse-indeling van de bodemsoorten ziet er als volgt uit (tabel 6).

Tabel 6 Klasse-indeling bodemsoorten.

| Code | Beschrijving |
|------|-------------------------------------|
| 0 | Open water |
| 1 | Veengronden met toemaakdek |
| 2 | Veengronden met veraarde bovengrond |
| 3 | Veengronden met kleidek |
| 4 | Veengronden overige |
| 5 | Zeeklei moerig of katteklei |
| 6 | Zeekleigronden overige |
| 7 | Rivierkleigronden kalkloos |
| 8 | Rivierkleigronden kalkhoudend |
| 9 | Complex/associaties en zandgronden |

In fig. 5 is de ligging van de onderscheiden bodemsoorten weergegeven. Bij een vergelijking met fig. 4 voor dezelfde gebiedskenmerken, stedelijk gebied en open water, komen nog afwijkingen voor bij een beperkt aantal cellen. Voor een deel is dit toe te schrijven aan de basisgegevens (moment van opname) en verder aan de wijze van interpretatie. Dit aspect komt eveneens aan de orde bij de naderhand te behandelen LKN-klassen en de grondwaterrelaties.

7.3 Hydrologische situatie

In hoofdstuk 5 is reeds aandacht besteed aan het voorkomen van externe (regionaal) en interne (subregionaal) grondwaterstromingen welke nauw samenhangen met de topografie en de waterhuishouding van het studiegebied. De genoemde externe en interne grondwaterstromingen manifesteren zich als kwel in de relatief laag gelegen gebieden en als infiltratie in de relatief hoog gelegen gebieden. In met name gebieden met brak grondwater leidt de kwel tot verzilting van het oppervlaktewater. Daarnaast kan de kwel een bijdrage leveren aan de fosfaat- en stikstofbelasting van het oppervlaktewater (Werkgroep Noord-Holland, 1982). Bij het samenstellen van de kwel/infiltratiekaart is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- * Zuid-Holland ten noorden van de Hollandsche IJssel; Hydrologie en Waterkwaliteit van Midden West-Nederland, Regionale Studies ICW 9;

- * Zuid-Holland ten zuiden van de Hollandsche IJssel; Wateraanvoer-behoefte Zuidhollandse Eilanden en Waarden, ICW nota nr.1801;
- * Noord-Holland (gedeeltelijk), het Gooi en Eemgebied en het Utrechtse Plassen-gebied ten oosten van het Amsterdam-Rijnkanaal en ten Noorden van de Bethunepolder; RIVM modelstudie, Winningsmethoden van Grondwater in het Gooi en Eemlandgebied.
Deelrapport 2. Systeemidentificatie (Snelting en Groenewoud, 1989)
Daarnaast is ter aanvulling de kwelkaart uit het Waterkwaliteitsplan 1987-1992 (Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland) gebruikt;
- * Voor het overige deel van de provincie Utrecht ten oosten van het Amsterdam-Rijnkanaal; Waterbalansonderzoek Maarsseveense Plassen, ICW nota nr.1775.
Resultaten van HYMUST-berekeningen uitgevoerd door Provinciale Waterstaat van Utrecht (Van Liere e.a., 1989);
- * Het resterende deel van de provincie Utrecht ten westen van het Amsterdam-Rijnkanaal; Mogelijke lokatie van diepe grondwaterwinning in West-Utrecht van de Projectgroep West-Utrecht. Uit de kaart voor het polderpeil en de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is het drukverschil afgeleid. Met de c-waardenkaart voor het Holocene afdekkend pakket en het drukverschil is de grootte van de kwel bepaald. Deze waarden zijn getoetst aan waarden van het RIVM-onderzoek, het ICW-onderzoek bij Hoenkoop, (Pankow en Rijtema, 1970), alsmede aan uitgevoerd onderzoek in de Lopikerwaard (Scholte Ubink, 1963).

Voor de kwel en wegzijging is een klasse-indeling samengesteld (tabel 7).

Tabel 7 Overzicht van de onderscheiden klassen voor de kwel en wegzijging.

| Code kwel en wegzijging | Klassebreedte | | Gemiddelde waarde | |
|----------------------------|----------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | kwel (mm/d) | wegzijging (mm/d) | kwel (mm/d) | wegzijging (mm/d) |
| 1 | 0 - 0,25 | - | 0,25 | - |
| 2 | 0,25 - 0,50 | - | 0,35 | - |
| 3 | 0,50 - 0,75 | - | 0,60 | - |
| 4 | 0,75 - 1,25 | - | 1,00 | - |
| 5 | 1,25 - 1,75 | - | 1,50 | - |
| 6 | >1,75 | - | 2,00 | - |
| 7 | - | 0 - 0,25 | - | 0,25 |
| 8 | - | 0,25 - 0,50 | - | 0,35 |
| 9 | - | >0,50 | - | 1,00 |

In fig. 6 is de kwel/infiltratiekaart weergegeven.

7.4 Grondwatertrappen

De gegevens omtrent de grondwatertrappen zijn evenals de bodemsoorten afkomstig uit het LKN-bestand. Hierbij wordt per cel aangegeven welke grondwatertrappen er voorkomen en welk percentage van de cel deze beslaan. De gebruikte Gt-indeling wijkt af van de gangbare grondwatertrappen. In het kader van de landschapsecologie zijn zij opnieuw gecodeerd in gegeneraliseerde grondwatertrappen (De Waal, 1988). De vochttoestand in de eerste twee maanden van het groeiseizoen blijkt in hoge mate het verschil te bepalen tussen "natte", "vochtige" en "droge" vegetatie-typen. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) blijkt een goede maat te zijn voor de vochttoestand aan het begin van het groeiseizoen. De LKN-grondwaterklassen zijn daarom ingedeeld op grond van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand. De GVG is van de grondwatertrap af te leiden (Locher e.a., 1987). Uit de voor de Gt's berekende GVG's zijn 5 LKN-grondwaterklassen onderscheiden. Aan de 5 klassen is een drietal toegevoegd die aangeven of er binnen een kaartvlak grote GVG-verschillen op kunnen treden. Van deze drie zijn klasse 7 en 8, die combinaties omvatten tussen nat-droge en nat-vochtige, vrij zeldzaam.

De LKN-grondwaterklassen zijn in tabel 8 weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de GVG's elkaar in een zekere mate overlappen. De GVG-mediaan (uitgaande van een normale verdeling van de GVG's) geeft iets duidelijker de verschillen tussen de LKN-klassen weer. Wat de LKN-grondwaterklassen in globale termen van nat, zeer vochtig, vochtig en droog voor enkele textuurklassen betekenen is in tabel 9 weergegeven. Deze tabel is aan de hand van de herziene Staringreeks (Wösten e.a., 1987) en de toetsing van het ecotopensysteem samengesteld. Bij LKN-klasse 1 zal er altijd sprake zijn van natte omstandigheden. Bij klasse 2 zullen bij gronden met een slechte of matige capillaire nalevering alleen bij een zeer vochtig voorjaar zeer vochtige omstandigheden heersen. Bij gronden met een goede capillaire nalevering zal normaal een zeer vochtige situatie heersen waarbij zowel natte als vochtige ecotooptypen zullen voorkomen. Klasse 3 is bij alle textuurklassen vochtig. Bij klasse 4 en 5 zal altijd een droge situatie heersen, behalve bij gronden met een extreem hoge vocht-nalevering (bijvoorbeeld: lössgronden; deze gronden zijn bij LKN-klasse 4 nog vochtig). De LKN-klassen 6, 7 en 8 staan respectievelijk voor de combinaties vochtig-droog, nat-vochtig en nat-droog. Het totaal aantal in het Groene Hart voorkomende LKN-klassen bedraagt 6 (tabel 8). De code komt overeen met de LKN-klasse.

Tabel 8 Grondwaterklassen LKN.

| LKN-klasse | GVG | GVG mediaan | Gt | GHG | code |
|------------|---|----------------|------|----------|------|
| 0 | geen Gt-klasse aangegeven (moeras, buitendijks, urbaan, opgespoten, open water) | | | 1) | 0 |
| 1 | <30 cm | < 15 cm | I | - | 1 |
| 2 | <15-55 cm | <35 cm | II | < 25 cm | 2 |
| 3 | 35-55 cm | 45 cm | II* | 25-40 cm | 3 |
| 3 | 20-60 cm | 40 cm | III | < 25 cm | |
| 3 | 30-65 cm | 45 cm | V | < 25 cm | |
| 3 | 40-60 cm | 50 cm | III* | 25-40 cm | |
| 3 | 40-65 cm | 55 cm | V* | 25-40 cm | |
| 4 | 55-95 cm | 75 cm | IV | > 40 cm | 4 |
| 4 | 60-100 cm | 80 cm | VI | 40-80 cm | |
| 5 | 100 cm | 100 cm | VII | > 80 cm | 5 |
| 5 | 140 cm | 140 cm | VII* | >140 cm | |
| 6 (, 7, 8) | alle Gt-combinaties met meer dan een LKN-klasse verschil | | | | 6 |
| | | | | | 7 |
| | | | | | 8 |

GVG = gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand

Gt = grondwatertrap (STIBOKA);

GHG = gemiddelde hoogste grondwaterstand.

- 1) Of de hydrologie gedomineerd wordt door een afwisseling van droge jaren, eb en vloed bewegingen, of seizoensmatige overstromingen door rivieren of beken, blijkt indirect uit de bodemeenheid.

De indeling in tabel 8 is gebaseerd op ecologie; een landbouwkundige beoordeling zou leiden tot een andere klasse-indeling.

Tabel 9 Klassificatie LKN-grondwaterklassen.

| LKN-klasse | veengr. | zandgr. | lemig zandgr. | keileem, zware kleigr. | lichte kleigr. | leem- lössgr. |
|------------|--|---------|------------------|------------------------------|-------------------|------------------|
| 1 | nat | nat | nat | nat | nat | nat |
| 2 | zeer v. | vochtig | zeer v. | vochtig | zeer v. | zeer v. |
| 3 | vochtig | vochtig | vochtig | vochtig | vochtig | vochtig |
| 4 | (droog) | droog | droog | droog | droog | vochtig |
| 5 | - | droog | droog | (droog) | (droog) | droog |
| 6 | combinatie vochtig-droog (2-4, 3-5, 2-5) | | | | | |
| 7 | combinatie nat-vochtig (1-3) | | | | | |
| 8 | combinatie nat-droog (1-4, 1-5) | | | | | |

In fig. 7 zijn de LKN-klassen weergegeven.

7.5 Kwaliteit van het grondwater

7.5.1 Algemeen

De kwaliteit van het grondwater is met name van belang in kwelgebieden. Afhankelijk van de intensiteit van de kwel en de Cl-, P- en N-concentratie van het grondwater kan een bepaalde belasting van het oppervlaktewater optreden (Werkgroep Noord-Holland, 1982). Voor het vaststellen van de concentratie van genoemde stoffen is een niveau beschouwd van 15-25 m - NAP (Wit, 1974).

7.5.2 Chloridegehalte van het grondwater

Voor het vaststellen van het chloridegehalte van het "kwelwater" is voor een groot deel gebruik gemaakt van de regionale studie; "Hydrologie en Waterkwaliteit van Midden West-Nederland" (Werkgroep Midden West-Nederland, 1976). Voor het zuidoostelijk deel van het Groene Hart is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland (DGV-TNO, Grondwaterkaart van Nederland, Utrecht, 31 Oost, 32 West, 38 Oost, 38 West, 39 West). De gebruikte klasse-indeling is in tabel 10 aangegeven.

Tabel 10 Klassen voor het chloridegehalte van het grondwater.

| Code chloridegehalte | Klassebreedte (mg/l) | Gemiddelde waarde (mg/l) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0 | 0 - 200 | 200 |
| 1 | 200 - 500 | 350 |
| 2 | 500 - 1000 | 750 |
| 3 | 1000 - 2000 | 1500 |
| 4 | 2000 - 5000 | 3500 |
| 5 | >5000 | 5000 |

In fig. 8 is het chloridegehalte van het grondwater weergegeven. Voor de polder Groot-Mijdrecht is er een samenhang tussen het voorkomen van een relatief hoge kwel en hoge chlorideconcentraties van het kwelwater. Uit fig. 6 en 8 blijkt dat tevens in infiltratiegebieden hoge chloridegehalten in het grondwater voorkomen, in het westelijk deel van het studiegebied aan weerszijden van de Oude Rijn. Vanwege een hoge weerstand van het afdekkend pakket ter plaatse is de interactie tussen het freatisch grondwater en het grondwater in de Pleistocene afzetting zeer gering.

7.5.3 Fosfaat- en ammoniumgehalte van het grondwater

De orthofosfaat- en ammoniumgehalten van het "kwelwater" (uitgedrukt in respectievelijk mg P en mg N per liter) zijn bepaald aan de hand van de Midden West-Nederland Studie (Werkgroep Midden West-Nederland, 1976). Voor het vaststellen van de concentraties van het kwelwater is eveneens het grondwater beschouwd op 15-25 m - NAP. Per topografisch kaartblad is de meest voorkomende klasse beschouwd. Daarnaast is er rekening mee gehouden of er ten opzichte van die klasse (incidenteel) hogere klassen voorkomen. In dat geval wordt dit in de vakkencode vermeld (*). Deze werkwijze resulteert in de volgende klasse-indeling voor de vakkenfile (tabel 11).

Tabel 11 Klassen voor het orthofosfaat- en ammoniumgehalte van het grondwater.

| Code | Fosfaat (P) (mg/l) | Ammonium (N) (mg/l) |
|------|-----------------------|------------------------|
| 0 | 0 - 0.5 | 0 - 0.3 |
| 1 | 0 - 0.5 * | 0 - 0.3 * |
| 2 | 0.5 - 1 | 0.3 - 2.5 |
| 3 | 0.5 - 1 * | 0.3 - 2.5 * |
| 4 | 1 - 2 | 2.5 - 7.5 |
| 5 | 1 - 2 * | 2.5 - 7.5 * |
| 6 | 2 - 4 | 7.5 - 15 |
| 7 | 2 - 4 * | 7.5 - 15 * |
| 8 | > 4 | > 15 |

In fig. 9 en 10 is respectievelijk de concentratie van het grondwater voor (P) en (N) aangegeven.

In het grondwater binnen het Groene Hart komt geen nitraat van betekenis voor.

7.6 Kwaliteit van het ingelaten water

Voor de beoordeling van de kwaliteit van het ingelaten water is de waterkwaliteit van het hoofdaanvoer- en boezemsysteem beschouwd. Hierbij is met name van belang de eutrofiëring; de toename van voor de plantengroei meer dan noodzakelijke voedingsstoffen in het water, zoals fosfor- en stikstofverbindingen, met als gevolg een vaak excessieve groei van waterplanten (meer of minder stagnant oppervlaktewater) en vooral algen.

In het algemeen wordt vooral fosfaat als de belangrijkste factor gezien voor de groei. Soms kan ook stikstof beperkend worden, bijvoorbeeld als fosfaat reeds in ruime hoeveelheden in het water voorkomt. Ten aanzien van het fosfaatgehalte zijn kaarten beschikbaar van de verschillende

kwaliteitsbeheerders. Deze hanteren echter verschillende klassen voor de indeling van de wateren die onder hun beheer vallen. Combinatie van de verschillende klassen levert de volgende klasse-indeling van de wateren (tabel 12):

Tabel 12 Klasse-indeling oppervlaktewater voor fosfaat.

| Totaal-fosfaat mg P/l | Code |
|--------------------------|------|
| < 0,10 | 0 |
| 0,10 - 0,30 | 1 |
| 0,30 - 1,00 | 2 |
| > 1,00 | 3 |

De gebruikte bronnen voor de waterkwaliteit van de boezem zijn:

- (1) Indicatief Meerjarenprogramma Water 1985 - 1989 (fosfaat mg/l totaal-P gemiddelde waarde april (september);
- (2) Waterkwaliteitsplan Zuid-Holland 1985 - 1995 (totaal-fosfaat 75 - percentiel waarden);
- (3) Waterkwaliteitsplan 1984 Provincie Utrecht (totaal-fosfaatgehalte (mg/l) zomergemiddelde);
- (4) Waterkwaliteitsplan tot 1982 Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland (fosfaatgehalten jaargemiddelde P - totaal).

Bij verwerking van de beschikbare kwaliteitsgegevens bleek dat bijna overal code 2 en 3 voorkomt (fosfaatgehalte >0,30 totaal-P mg/l), terwijl de basiskwaliteit een norm aangeeft van <0,15 totaal-P mg/l.

Voor stikstof is onvoldoende materiaal beschikbaar, wel zijn de gehalten waarbij N beperkend wordt voor indicatoren vele malen lager dan de basiskwaliteit.

De gebruikte bronnen voor de kwaliteit van het hoofdsysteem zijn:

- (5) Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland 1986. Nota nr.87033, RWS, DBW/RIZA.
- (6) Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren, verslag van de resultaten over het tweede kwartaal 1986, RWS en RIVM.
- (7) Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren, verslag van de resultaten over het derde kwartaal 1986, RWS en RIVM.

In de aanvullende publikaties is gebruik gemaakt van de volgende meetpunten:

- * Hagestein
- * Vuren
- * Amsterdam-Rijnkanaal, km 5
- * Nieuwegein, Lekkanaal
- * Gorinchem, Merwedekanaal.

Op basis van de kwaliteit van het oppervlaktewater bij de inlaatpunten (fig. 2) en de daaraan toegekende watervoorzieningsgebieden is fig. 11 ontstaan.

In tabel 13 zijn voor een aantal lokaties (plassen en meren, fig. 12) de fosfaatgehalten in mg/l totaal-P door een code weergegeven als gemiddelde waarde voor april t/m september 1983 (bron: De waterkwaliteit van Nederland, indicatief meerjarenprogramma water 1985-1989). De lokaties bevinden zich zowel in het secundaire systeem (boezem) als in het tertiaire systeem (polder). De lokaties zijn aangeduid met B (boezem) en P (polder).

Tabel 13 Fosfaatgehalten/codes in polder- en boezemwateren.

| | | Code * | Polder/Boezem |
|----|-------------------------------|--------|---------------|
| 20 | Boezemwateren Delfland | 2 | B |
| 22 | Rottemeren | 2 | B |
| 23 | Reeuwijkse Plassen Elfhoeven | 1 | P |
| 24 | " Nieuwe Broek | 2 | P |
| 25 | " Z O Deel | 0 | P |
| 26 | " Ravensberg | 1 | P |
| 27 | " Broekvelden - Vettenbroek | 0 | P |
| 28 | Kager Plassen Norremeer | 2 | B |
| 29 | " Kever | 2 | B |
| 30 | Braassemmermeer | 2 | B |
| 32 | Langeraarse Plassen | 2 | P |
| 33 | Nieuwkoopse Plassen Zuid | 1 | P |
| 34 | " " Meye | 1 | P |
| 35 | " " Noord | 1 | P |
| 36 | Westeinder Plassen ZW | 1 | B |
| 37 | " " NO | 1 | B |
| 42 | Ouderkerker Plas | 0 | P |
| 45 | Kortenhoeftse Plassen Het Hol | 0 | P |
| 46 | " " Wijde Gat | 2 | P |
| 47 | Ankeveense Plassen Stichts | 1 | P |
| 48 | Spiegel en Blijkpolderplas | 1 | P |
| 49 | Ankeveense Plassen Hollands | 1 | P |
| 50 | Naardemeer Bovenste Blick | 1 | P |
| 51 | " " Grote Meer | 1 | P |
| 52 | Wijde Blick | 1 | P |
| 59 | Loosdrechtse Plassen | 1 | P |
| 60 | Vinkeveense Plassen Z | 0 | P |
| 61 | " " N | 0 | P |

* code 2 staat voor fosfaatgehalte > 0,30 mg/l.

Uit de tabel blijkt dat in de boezemwateren met uitzondering van de Westeinder Plassen de code 2 voorkomt. Voor de polderwateren blijkt dat de Langeraarse Plassen en een deel van Kortenhoeftse Plassen en de Reeuwijkse Plassen in de klasse van code 2 terecht komen. In het algemeen is in de zomer de kwaliteit van het water in het hoofdsysteem beter dan in de boezemwateren. Lokaal is het boezemwater aanmerkelijk slechter (fig. 11). In de polderwateren kan de kwaliteit plaatselijk zowel gunstig (tabel 13) als ongunstig zijn. In het eerste geval is de ligging van het inlaatpunt van belang (niet in de directe omgeving van het lozingspunt van

de polder met een ongunstige waterkwaliteit). Voor bijvoorbeeld de Krimpenerwaard en de Alblasserwaard is de waterkwaliteit aanmerkelijk slechter dan in het hoofdsysteem. Tot slot dient in dit kader te worden vermeld de aanvoer van gedefosfateerd water voor het Naardermeer en de Utrechtse Vechtplassen (Van Liere e.a., 1989).

Als gevolg van internationale ontwikkelingen, eutrofiëringsproblemen van de Rijn zijn plannen gemaakt voor verbetering van de kwaliteit, Rijn-actieplan (RAP). Directe aanleiding tot het RAP vormde de ramp bij het Zwitserse bedrijf Sandoz. Het initiatief tot het RAP komt van de Internationale Rijn-Commissie. De doelstellingen van het RAP zijn (H20(1989)4):

- vroeger voorkomende hogere soorten organismen (bijv. zalm) moeten terugkeren in de Rijn (ca 2000)
- het gebruik van Rijnwater voor de drinkwatervoorziening moet veilig gesteld zijn
- het sediment moet een betere kwaliteit krijgen
- verbetering van de kwaliteit van de Noordzee.

Om deze doelstellingen te realiseren is een lijst van 27 prioritaire stoffen opgesteld die sanering behoeven (Maij-Weggen, 1989). Onder deze stoffen vallen o.a. de fosfaten en ammonium. Er is daarom een pakket van maatregelen opgesteld dat ertoe moet leiden dat in 1995 de belasting van de rivier met 50% is afgenomen. Dit is slechts een tussendoel, als einddoel wordt gestreefd naar een vermindering van de emissies van huishoudens, industrie en de landbouw naar het oppervlaktewater met 75 procent ten opzichte van 1985 voor fosfaat en 70 procent voor stikstof.

Het beleid gericht op de vermindering van de emissies van nutriënten ziet er als volgt uit (Derde Nota Waterhuishouding, 1989):

- volledige vervanging van fosfaat in wasmiddelen voor 1990; defosfateren van het te zuiveren communale afvalwater tot een gemiddeld verwijderingsrendement van 75 procent
- vergroting van stikstofverwijdering op RWZI's tot 70 procent door denitrificatie
- saneren industriële stikstoflozingen
- halveren van fosfaatlozingen vanuit de kunstmestindustrie - vermindering van de bemesting van landbouwgronden conform het Nationaal Milieubeleidsplan en de Structuurnota Landbouw - vermindering atmosferische depositie van stikstof conform het Nationaal Milieubeleidsplan
- voortzetten overleg in het kader van het Noordzee-beleid om tot een vergelijkbaar pakket maatregelen te komen (inclusief stroomgebied Maas en Schelde) en in het kader van Noordzee en Rijn met het oog op stikstof
- stimuleren nieuwe technieken voor fosfaat- en stikstofverwijdering
- realisatie van voldoende slibverwerkingscapaciteit.

Ten behoeve van de PAWN-studie zijn berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de waterkwaliteit bij enkele inlaatpunten (Belois en Menke, 1990). De volgende situaties zijn doorgerekend met het model Stofstromen,

zoals ontwikkeld in het kader van de Derde Nota Waterhuishouding:

- Situatie 1985
- Nulscenario 2000 (RAP)
- Het streefbeeld voor de komende eeuw (extra maatregelen).

De berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de waterkwaliteit van het inlaatwater in 1985 geven een goede overeenkomst met fig. 11. Het nulscenario geeft een geringe verbetering van de waterkwaliteit, vooral met betrekking tot de Vecht. Vooral de laatste situatie geeft een aanzienlijke verbetering van het fosfaatgehalte, praktisch overal worden gehalten <0,4 mg/l gerealiseerd, alleen rondom het knooppunt Lopikerwaard blijft het fosfaatgehalte hoog >0,8 mg/l. In onderstaande tabel 14 zijn de berekende N-totaal en P-totaal-concentraties voor de drie scenario's weergegeven alsmede de invloed van het Rijnwater op het hoofd-, secundair en tertiair systeem in een gemiddeld resp. extreem droog jaar.

Tabel 14 Berekende N-totaal en P-totaal-concentraties (gemiddeld) en invloed Rijnwater.

| | Huidige situatie | | Nulscenario 2000 | | Extra maatregelen | |
|--|------------------|-----------------------|------------------|----------------------------|-------------------|---------|
| | zomer | jaar | zomer | jaar | zomer | jaar |
| rivieren | N-totaal mg/l | | | | | |
| Lek | 5-6 | 5-7 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| Amsterdam-Rijnkanaal | 4-5 | 5-6 | 3-4 | 3-4 | 2-4 | 3-4 |
| Hollandsche IJssel | 4-5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 2-4 | 2-4 |
| IJmeer | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 2-3 | 1-2 | 2-3 |
| rivieren | P-totaal mg/l | | | | | |
| Lek | 0,4-0,6 | 0,4-0,8 | 0,4-1,0 | 0,4-1,4 | 0,2-0,4 | 0,2-0,4 |
| Amsterdam-Rijnkanaal | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 | 0,8-1,0 | 0,8-1,4 | 0,2-0,4 | 0,2-0,4 |
| Hollandsche IJssel | 0,2-0,8 | 0,6-1,5 | 0,6-1,0 | 0,8-1,6 | 0,2-1,0 | 0,2-1,4 |
| IJmeer | 0-0,2 | 0,2-0,4 | 0-0,2 | 0-0,2 | 0-0,2 | 0-0,2 |
| Invloed Rijnwater, gemiddeld jaar/extreem droog jaar | | | | | | |
| Hoofdsysteem | % | Secundair | % | Tertiair | % % | |
| Nederrijn/Waal | 100/100 | | | | | |
| Amsterdam-Rijnkanaal | 90/85 | Boezem van Amstelland | 10/35 | Drecht en Vecht | 3/15 | |
| Hollandsche IJssel | 75/85 | Boezem Rijnland | 40/65 | De Proosdijlanden Rijnland | 3/15 | 10/40 |

Uit bovenstaande tabel blijkt dat een verbetering van de kwaliteit van het water in het hoofdsysteem invloed heeft op de kwaliteit van het boezemwater en in veel mindere mate op de polderwateren. Deze invloed is het grootst in droge jaren.

7.7 Interne lozingen

Lozingen op polderwater kunnen betrekking hebben op huishoudelijk afvalwater in ongerioleerde gebieden, bedrijfslozingen en effluentlozingen van RWZI's. Voor het gebied van Zuid-Holland is gebruik gemaakt van de lozingsinventarisatie 1985-1995 (kaart 13), deze geeft de situatie weer voor 1985. Voor het gebied van het Zuiveringsschap Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden is een meer recente kaart beschikbaar van de nog resterende ongerioleerde gebieden (Waterkwaliteitsbeheersplan 1987-1992 Hollandse Eilanden en Waarden). Van het gebied van Amstelland is voor de lozingen van RWZI's en ongerioleerde gebieden gebruik gemaakt van het Waterkwaliteitsplan 1987-1992, Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland. Voor het deel van de Provincie Utrecht is gebruik gemaakt van het Waterkwaliteitsplan 1984, alsmede een meer recente kaart (situatie maart 1989) met daarop aangegeven de nog ongerioleerde gebieden alsmede lozingspunten van RWZI's. De vertaling van deze kaarten naar de vakkenfile is als volgt: over het kaartmateriaal is een vakkenkaart gelegd. Aan elk vak waarbinnen ongerioleerde gebieden voorkomen of effluentlozingen van RWZI c.q. bedrijven plaatsvinden op polderwater is de code 1 toegekend en aan de overige de code 0.

Tabel 15 Klasse-indeling voor interne lozingen.

| Code | omschrijving |
|------|-----------------------|
| 0 | geen interne lozingen |
| 1 | wel interne lozingen |

In fig. 13 zijn de cellen aangegeven waarin een interne lozing plaatsvindt. In deze codering is geen informatie verwerkt over de stoffen, de omvang van de lozing en de gevolgen voor de belasting van oppervlaktewater. Dit kan in een volgende fase eventueel worden toegevoegd.

7.8 Verontreinigde waterbodems

Volgens de Derde Nota Waterhuishouding (blz.185) zijn de waterbodems in ons land op de meeste plaatsen vervuild. De soort verontreiniging verschilt van plaats tot plaats, evenals de mate van vervuiling. De oorzaak

van de verontreiniging is de verontreiniging van het oppervlaktewater als gevolg van lozingen, zowel in ons land als in het buitenland. Een deel van de in het water aanwezige verontreiniging hecht zich aan slibdeeltjes die op plaatsen met geringe stroomsnelheden sedimenteren. Het gevolg hiervan is dat de waterbodem verontreinigd raakt. Deze verontreiniging houdt risico's in voor het milieu en voor de volksgezondheid. In sterk verontreinigde waterbodems is het aquatisch milieu ernstig verstoord. Op een aantal plaatsen is het bodemleven verdwenen. Hogere diersoorten worden bedreigd doordat verontreinigingen in de voedselketen terecht kunnen komen. Consumptie van gewassen en dieren waarin verontreinigingen opgehoopt zijn, vormt een risico voor de volksgezondheid. De vervuilde waterbodem vormt voorts een permanente diffuse bron van verontreiniging naar oppervlakte- en grondwater. Verspreiding naar plaatsen benedenstrooms kan plaatsvinden doordat uit het vervuilde sediment stoffen vrijkomen die met de waterstroming worden meegevoerd. Voor inzicht in de waterbodemverontreiniging van rijkswateren is gebruik gemaakt van de Derde Nota Waterhuishouding. Deze nota geeft aan dat een deel van de bodem van het Amsterdam-Rijnkanaal verontreinigd is. Dit is ook het geval voor de Hollandsche IJssel, dit is in fig. 14 echter niet aangegeven omdat deze rivier samenvalt met de begrenzing van het studiegebied. Verder is in de provincie Zuid-Holland een indicatieve inventarisatie uitgevoerd naar waterbodems (Werkgroep Waterbodems, 1989). De bodemkwaliteit is getoetst aan de beoordelingscriteria van Rijkswaterstaat en VROM (zgn. WOB 1988 minimum model) waarbij 2 parameters beperkt de klassegrens mogen overschrijden.

Door de provincie worden 3 klassen onderscheiden (tabel 16).

Tabel 16 Klassificatie verontreiniging waterbodems Zuid-Holland.

| code | omschrijving |
|------|---|
| 0 | schone waterbodem |
| 1 | licht tot matig verontreinigde waterbodem |
| 2 | zwaar verontreinigde waterbodem |

Voor het beheersgebied van het Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland (1988) heeft in de periode 1983 t/m 1985 een onderzoek plaatsgevonden naar de waterbodemkwaliteit. Om tot een indeling te komen heeft het Zuiveringsschap aansluiting gezocht bij de richtwaarden volgens de Interimwet Bodemsanering en de klassificatie voor baggerspecie zoals deze in de provincie Zuid-Holland wordt gehanteerd. Dit heeft geleid tot de klasse-indeling van tabel 17.

Onderstaande indeling is gehanteerd voor zware metalen in watersediment en voor organische microverontreinigingen in waterbodemsedimenten in 1985.

Tabel 17 Klassificatie verontreiniging waterbodems
Amstel- en Gooiland.

| klasse | omschrijving |
|--------|-----------------------------------|
| 1 | schoon - licht verontreinigd slib |
| 2 | matig - licht verontreinigd slib |
| 3 | verontreinigd slib |

Voor de provincie Utrecht zijn geen gegevens beschikbaar in het Waterkwaliteitsplan Provincie Utrecht t.a.v. de kwaliteit van waterbodems.

Voor de verwerking van de beschikbare gegevens is de volgende klasse-indeling gehanteerd (tabel 18):

Tabel 18 Klassificatie verontreiniging waterbodems.

| code | omschrijving |
|------|---|
| 0 | <ul style="list-style-type: none"> - geen gegevens beschikbaar over kwaliteit onder waterbodems - schone waterbodem volgens indicatieve inventarisatie provincie Zuid-Holland - schone/licht verontreinigde waterbodem Amstel- en Gooiland |
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> - verontreinigde waterbodem volgens indicatieve inventarisatie provincie Zuid-Holland (*) - matig verontreinigde waterbodem Amstel- en Gooiland - verontreinigde waterbodem volgens Derde Nota Waterhuishouding |

(*) volgens zgn. WOB 1988 minimum model

Daar de beschikbare gegevens niet gebiedsdekkend zijn, wordt mogelijk een te gunstig beeld gegeven t.a.v. de kwaliteit van de waterbodems (fig. 14). De bruikbaarheid van gegevens over de verontreiniging van waterbodems op celniveau is beperkt omdat:

- niet in alle cellen informatie beschikbaar is
- verontreiniging van waterbodems een sterk lokaal effect kunnen hebben door de sterke binding van stoffen aan de waterbodem (zware metalen, organische micro-verontreinigingen)
- de informatie over verontreiniging slechts enkele groepen stoffen omvat: niet: fosfaat en stikstof.

7.9 Grondwaterrelaties

De grondwaterrelaties zijn afkomstig uit het bestand van het onderzoeksproject Landschapsecologische Kartering Nederland (Klijn, 1989) In deze studie worden ruimtelijke relaties door grondwater gedefinieerd als verbanden tussen gebieden waartussen grondwater beweegt en als transportmedium beweegt. Wat betreft de kwantitatieve aspecten van deze verbanden beperkt de studie zich tot de verticale component van grond-

waterstroming, kwel en inzijging. De kwel wordt slechts dan in beschouwing genomen als deze van invloed is op de wortelzone van de vegetatie. Van de horizontale relatie put- en brongebieden is nog onvoldoende materiaal voorhanden. De kwalitatieve grondwatereigenschappen die voor de ecologie van belang zijn worden uitgedrukt in referentie-watertypen. De ionensamenstelling wordt gerelateerd aan de herkomst en/of lotgevallen van het water. Hieruit volgt de onderstaande kwantitatieve en kwalitatieve indeling in grondwaterrelaties met daarbij de gebruikte codes (tabel 19 en 20).

Tabel 19 Aspecten grondwaterrelaties LKN-databestand, kwantitatief en kwalitatief.

| | |
|----|---|
| I | Grondwaterbewegingsrichting (vergrbew) |
| | 1 inzijgingsgebied voor meer dan 80% van het oppervlak |
| | 2 geïsoleerd (geen vert.bew.), afwisseling of overgang inzijging/kwel |
| | 3 kwelgebied voor meer dan 80% van het oppervlak |
| II | Kwaliteit van het kwelwater (kwelkwal) |
| | 0 geen kwel, kwaliteit niet van toepassing |
| | 1 ondiepe kwel, weinig geconditioneerd: atmo-lithoclien |
| | 2 diepe kwel, sterk geconditioneerd: lithoclien |
| | 3 brakke kwel: thalasso-lithoclien |
| | 4 zoute kwel: thalassoclien |

Tabel 20 Klasse-indeling grondwaterrelaties.

| Gecombineerde aspecten | code | vergrbew | kwelkwal |
|---|------|----------|----------|
| Kwel van grondwatertype | 0 | 3 | 2 |
| Plaatselijke/tijdelijke kwel van grondwatertype | 1 | 2 | 2 |
| Geen inzijging of kwel van betekenis | 2 | 2 | 0 |
| Plaatselijke/tijdelijke kwel van mengwatertype | 3 | 2 | 1 |
| Kwel van mengwatertype | 4 | 3 | 1 |
| Inzijging | 5 | 1 | 0 |
| Plaatselijke/tijdelijke brakke kwel | 6 | 2 | 3 |
| Brakke kwel | 7 | 3 | 3 |
| Plaatselijke/tijdelijke zoute kwel | 8 | 2 | 4 * |
| Zoute kwel | 9 | 3 | 4 * |

* komt niet voor in het Groene Hart

In fig. 15 zijn de grondwaterrelaties weergegeven. Aan de onderscheiden codes kan niet zonder meer een waardering voor natuurontwikkeling worden toegekend, aangezien een aantal codes relevant is voor verschillende vormen van natuurontwikkeling. De grondwaterrelaties in het Groene Hart zijn afgeleid van de landelijke schaal en bedoeld voor ruimtelijke ordening op nationale schaal. Uitgangspunt bij de bepaling ervan is de indeling in grondwatersystemen op verschillende schalen en tot op verschillende diepten: sublokaal/perceelschaal, lokaal en subregionaal, regionaal en supraregionaal (Engelen e.a., 1989). In grote lijnen zijn overeenkomsten aanwezig tussen fig. 6 en 15, plaatselijk kunnen afwijkingen voorkomen als gevolg van verschillende benaderingswijzen. De

verhandeling over grondwaterrelaties in deze paragraaf is aangereikt voor een mogelijke toepassing in een volgende fase.

8.1 Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater als gevolg van belasting van het landoppervlak en processen in de bodem

In het kader van het project "PAWN-vermesting oppervlaktewater" wordt onderzoek verricht naar de invloed van bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof (N) en fosfor (P) naar het oppervlaktewater in Nederland (Kroes e.a., 1990). Met behulp van het model ANIMO (Agricultural NITrogen MOdel) is op landelijke schaal de N- en P-afvoer vanuit het landelijk gebied naar het oppervlaktewatersysteem berekend voor het jaar 1985. In het model zijn de volgende processen opgenomen:

- * Mineralisatie en immobilisatie van stikstof (N) en fosfor (P)
- * Denitrificatie
- * Gewasopname
- * Sorptie van fosfor aan het bodemcomplex
- * Precipitatie fosforzouten
- * Transport van N- en P-verbindingen over en door het bodemsysteem onder invloed van :
 - Neerslag en verdamping
 - Afvoer naar verschillende ontwateringssystemen
 - Oppervlakkige afvoer
 - Kwel en wegzijging

Voor de berekeningen is Nederland schematisch ingedeeld in:

- districten (op basis van afwateringsgebieden, geografisch bepaald)
- subdistricten (op basis van ontwateringseenheden en grondsoort, niet geografisch bepaald)
- plots (op basis van grondgebruik, niet geografisch bepaald).

Als gemiddeld waterkwaliteits-hydrologisch jaar is 1985 genomen. De hydrologische en de bodembelastingsgegevens zijn samengesteld door het Waterloopkundig Laboratorium (Grashoff e.a., 1989).

Voor de belasting van het oppervlaktewater met fosfaat en stikstof is gebruik gemaakt van de volgende componenten uit het PAWN-onderzoek:

- Drainage (afvoer naar de ontwateringsmiddelen via het grondwater, belasting voor P en N in kg/ha)
- Runoff (oppervlakkige afvoer, belasting voor P en N in kg/ha)
- Seepage (aanvoer via kwel, belasting voor P en N in kg/ha)

Aangezien in deze studie de belasting door kwel (seepage) apart wordt beschouwd (zie paragraaf 7.3) is op de totale belasting de bijdrage door seepage in mindering gebracht. Het Groene Hart bestaat uit delen van een

negental PAWN-districten.

Voor het toekennen van de PAWN-gegevens aan de cellen is de gemiddelde nutriëntenbelasting per bodemsoort per bodemgebruik vastgesteld. Dit gemiddelde is gewogen naar voorkomend oppervlak binnen de negen districten. Verder zijn de bodemfysische eenheden in de PAWN-studie omgezet in de in deze studie onderscheiden bodemsoorten; veen, zeeklei, rivierklei en zand. De basisbelasting (onbemeste grond) voor niet cultuurland is ontleend aan hiervoor aangegeven waarden in districten met een geringe kwel (Kroes e.a., 1990). Voor de bodemsoort zeeklei was hiervoor geen exacte waarde te verkrijgen omdat deze gronden voorkomen in districten met een relatief hoge kwel, voor deze gronden is de belasting gelijkgesteld aan die voor rivierklei. Door de gehanteerde vertaalsleutel voor de bodemsoorten en het verschillend schaalniveau zijn de resultaten in tabel 21 en 22 indicatief.

Tabel 21 Jaarlijkse fosfor (P)-belasting van het oppervlaktewater.

| Grondsoort | Basisbelasting kg/ha | Grasland kg/ha | Overig en bouwland kg/ha |
|------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| veen | 1,0 | 3,4 | 4,0 |
| zeeklei | 0,1 | 2,4 | 3,9 |
| rivierklei | 0,1 | 4,6 | 1,5 |
| zand | 0,2 | - | 6,1 |

Tabel 22 Jaarlijkse stikstof (N)-belasting van het oppervlaktewater.

| Grondsoort | Basisbelasting kg/ha | Grasland kg/ha | Overig en bouwland kg/ha |
|------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| veen | 13,7 | 16,9 | 21,3 |
| zeeklei | 4,3 | 31,7 | 64,1 |
| rivierklei | 4,3 | 14,6 | 16,7 |
| zand | 7,3 | - | 9,1 |

Bij een neerslagoverschot van rond 300 mm/j heeft de basisbelasting van P voor veengronden een concentratie van 0,33 mg/l en voor de overige gronden van 0,033 - 0,066 mg/l. De basisbelasting van N voor veengronden heeft een concentratie van 4,6 mg/l en voor de overige gronden van 1,4 - 2,4 mg/l.

8.2 Bestrijdingsmiddelen

Emissie naar het oppervlaktewater kan plaatsvinden ten gevolge van de feitelijke toepassing van een middel en door handelingen gerelateerd aan de feitelijke toepassing (morsen, spoelen, lozen). Vooral lozen kan een

hoge concentratie in het oppervlaktewater tot gevolg hebben. Er zijn geen gegevens voorhanden over de omvang van dergelijke handelingen. Persistentie en toxiciteit van de middelen zijn eveneens van belang. Door de grote verscheidenheid in stoffen kunnen hierover geen algemene uitspraken worden gedaan per landgebruiksvorm en zullen deze aspecten verder buiten beschouwing blijven. Voor de verschillende landgebruiksvormen in het Groene Hart is in tabel 23 de hoeveelheid jaarlijks gebruikte actieve stof per hectare aangegeven (Berends, 1988). De meest voorkomende manier van toedienen bepaalt globaal het emissiepercentage naar het oppervlaktewater. Verder is aangegeven hoe vaak de toediening plaatsvindt.

Tabel 23 Gebruik aan actieve stof en emissie per landgebruiksvorm.

| Landgebruik | kg/jaar.ha | Manier van toedienen | Emissie % | Frequentie toedienen |
|--------------|------------|----------------------|-----------|-------------------------|
| Grasland | 2 | veldspuit | 1 à 2 | 10 jaar |
| Akkerbouw | 5,5 | veldspuit | 1 à 2 | jaarlijks |
| Boomteelt | 8,4 | veldspuit/nevel | 1-10 | meerdere keren per jaar |
| Fruitteelt | 15 | veldspuit/nevel | 1-10 | meerdere keren per jaar |
| Glastuinbouw | 40 | verscheidene | hoog | meerdere keren per jaar |

Uit bovenstaande tabel 23 is een indeling in vijf klassen gemaakt (tabel 24). Bij grasland worden de bestrijdingsmiddelen gebruikt tegen emelten en als allesdoder alvorens nieuw gras wordt gezaaid (Leistra, mondelinge mededeling). Dit laatste gebeurt ongeveer eens in de tien jaar. Hoewel de totale hoeveelheid (2 kg/jaar.ha) en de frequentie relatief laag zijn kan de toediening, daar die ineens plaatsvindt, hoge concentraties in het oppervlaktewater veroorzaken. Door het hogere emissiepercentage bij de fruit- en boomteelt valt de sierteelt in een categorie met een zwaardere belasting dan de akkerbouw. Er zijn geen emissiepercentages bekend voor de glastuinbouw. Door de grote verscheidenheid in gewassen, teeltmethoden en manieren van toedienen kan geen indicatie worden gegeven.

Bij de glastuinbouw is de kans op hoge concentraties in het oppervlaktewater hoger door de vele en snelle emissieroutes waarlangs een bestrijdingsmiddel in het oppervlaktewater kan komen. Voor alle landgebruiksvormen geldt dat het percentage open water en de waterdiepte van groot belang zijn voor de concentratie die in het oppervlaktewater kan voorkomen.

Tabel 24 Indeling in klasse per landgebruiksvorm.

| Klasse | Landgebruik | Belasting opp.water kg/jaar.ha | Belasting kwalitatief |
|--------|--------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 0 | Natuurgebied | 0 | geen |
| 1 | Grasland | 0,01 à 0,02 | weinig |
| 2 | Akkerbouw | 0,055 à 0,11 | matig |
| 3 | Sierteelt | 0,084 à 1,5 | veel |
| 4 | Glastuinbouw | >4,0 | zeer veel |

8.3 Externe beïnvloeding van de waterkwaliteit

Ten behoeve van peilbeheersing en doorspoeling van de boezemwateren wordt water ingelaten vanuit de hoofdaanvoersystemen. Vanuit de boezem wordt voornamelijk voor peilbeheer water ingelaten naar de polders. De wateraanvoerbehoefte voor peilbeheer in de polders hangt nauw samen met het bodemgebruik, de bodemfysische eigenschappen van het bodemprofiel, de diepte van het polderpeil beneden maaiveld, infiltratieweerstanden en de toepassing van beregening. De hydrologische situatie (kwel of wegzijging) heeft in het algemeen een geringe invloed op de wateraanvoerbehoefte met uitzondering van die gebieden waar de intensiteit > 0,5 mm/d is. Uit recent uitgevoerde studies wordt informatie aangeleverd over de wateraanvoerbehoefte in een groot deel van het onderzoeksgebied voor karakteristieke jaren (ICW, 1981 en Werkgroep Zuid-Holland, 1987). Voor het vaststellen van de externe invloed van het ingelaten water op de polderwateren is uitgegaan van een 10% droog jaar. Hierbij zijn zowel kwantitatieve als kwalitatieve aspecten betrokken; de kwaliteit van het ingelaten water voor de verschillende waterschappen is in paragraaf 7.6 behandeld. Voor het verkrijgen van een indruk van de beïnvloeding van het polderwater door ingelaten water is als modelgebied de Krimpenerwaard beschouwd. In de polderwateren vindt in meer of mindere mate een laminaire stroming plaats. Dit houdt in dat de invloedssfeer van het ingelaten water zich vanuit het inlaatpunt via de hoofdwaterlopen en de poldersloten uitbreidt over de polder. De wijze waarop dit plaatsvindt kan worden benaderd door de volgende formules:

$$x(t) = x_1 e^{-\frac{I}{10 a D_w} t}$$

$$y(t) = y_1 e^{-\frac{(x_1 l + B I_w)}{1000 D_w B} t}$$

waarin:

| | | |
|--------|---|--------------------|
| I | = aanvoerbehoefte in een zomerhalfjaar (landoppervlak en sloten) | mm.d^{-1} |
| a | = percentage oppervlaktewater (sloten) | |
| D_w | = waterdiepte sloten | m |
| D'_w | = waterdiepte hoofdwaterloop | m |
| I_w | = aanvoerbehoefte in een zomerhalfjaar (open water) | mm.d^{-1} |
| B | = breedte hoofdwaterloop | m |
| x_1 | = afstand rand polder tot hoofdwaterloop | m |
| $x(t)$ | = invloedssfeer vanaf rand polder op tijd t | m |
| y_1 | = afstand rand polder tot inlaatpunt | m |
| $y(t)$ | = invloedssfeer vanaf rand polder in hoofdwaterloop op tijd t | m |
| t | = tijd vanaf begin zomerhalfjaar | d |

Voor de Krimpenerwaard (1989), waarvan informatie over de benodigde parameters beschikbaar was, is berekend dat aan het eind van een zomerhalfjaar in een 10% droog jaar praktisch in het gehele poldergebied de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt bepaald door het ingelaten water. Beschikbare kwaliteitsgegevens van het oppervlaktewater wijzen eveneens in deze richting.

Voor de plassen en meren, welke een onderdeel van de boezem zijn, is in paragraaf 7.6 de kwaliteit van het oppervlaktewater reeds behandeld. Voor de plassen en meren op polderniveau kan het mengvatprincipe worden gehanteerd.

De mate waarin beïnvloeding plaatsvindt wordt in sterke mate bepaald door de mate van doorspoeling, de watervoorraad in een gebied aan het begin van het zomerhalfjaar en de wateraanvoerbehoefte. Uitgaande van de uitgevoerde berekeningen voor de Krimpenerwaard en een beschouwing van de relevante gegevens voor het overige studiegebied is als benadering voor de externe invloed een klasse-indeling samengesteld (tabel 25).

Tabel 25 Klasse-indeling voor beïnvloeding door ingelaten water.

| code | omschrijving |
|------|--|
| 0 | open water, meren (poldergebied) |
| 1 | natte natuurgebieden |
| 2 | grasland >20% open water |
| 3 | grasland <20% open water, meren (boezem) |
| 4 | bouwland, glastuinbouw, sierteeltgebied |

9.1 Gebruik van abiotische gegevens voor de geschiktheidsbepaling

Bij het gebruiken van de verzamelde gegevens voor de bepaling van de geschiktheid van de bodem voor bepaalde functies, dienen vooraf enkele opmerkingen te worden gemaakt. Sommige van de verzamelde gegevens zijn moeilijk of niet te beïnvloeden, andere zijn sterk afhankelijk van het gevoerde beleid. Zo is de basisbelasting van de bodem naar het oppervlaktewater een vrij constante belasting, terwijl de uit- en afspoeling van meststoffen sterk afhangt van bijvoorbeeld mestuitrijregelingen. Voor de geschiktheidsbepaling is niet alleen van belang wat de huidige belasting is, maar ook wat de toekomstige wordt. Soms kan de geschiktheid worden beïnvloed door maatregelen, zoals de sanering van de waterbodem, de eliminatie van lozingen en wijzigingen van het open water-peil en/of van de stroomrichting in het secundaire systeem (boezemwateren).

De geschiktheid van een gebied voor een functie wordt, behalve door abiotische factoren, soms ook beïnvloed door andere factoren, zoals planologische (snelwegen, steden enz.) en biotische (verbindingszones, beheer natuurterrein). Abiotische informatie is dus slechts een van de pijlers om op basis daarvan tot een geschiktheidsbepaling te komen. De geschiktheid voor de ontwikkeling van natuurwaarden is niet eenduidig aan te geven op basis van abiotische randvoorwaarden. Feitelijk dient eerst een visie ontwikkeld te worden op de te ontwikkelen natuurwaarden en de daarmee samenhangende abiotische milieucondities. Daarna kan, op grond van een analyse van de huidige en toekomstige milieukwaliteit, gekomen worden tot een verantwoorde geschiktheidsbepaling.

Als laatste opmerking moet worden gememoreerd dat hiet voor alle parameters voldoende informatie beschikbaar was op celniveau en dat per cel het meest voorkomende gebiedskenmerk is beschouwd. Om te illustreren hoe de beschikbare abiotische gegevens kunnen worden gebruikt voor een geschiktheidsbepaling is een methodiek ontwikkeld, waarbij voor natuur- en landbouwgebieden, stap voor stap minder geschikte cellen worden verwijderd. De volgorde waarin dit gebeurt kan worden gewijzigd, evenals de klasse-indeling bij de verschillende parameters. Het is dus een flexibele techniek die kan worden aangepast aan specifieke eisen vanuit het beleid. Achtereenvolgens zal de "stap voor stap" aanpak worden gevolgd voor natuur- en landbouwgebieden, met daarop aansluitend een beschouwing over deelsystemen - groepen van cellen met overeenkomstige karakteristieke kenmerken - en de onderlinge interacties.

9.2 Natuurgebieden

Met betrekking tot de voorwaarden voor natuurgebieden kunnen kwantitatieve en kwalitatieve aspecten worden beschouwd. De eerstgenoemde kunnen worden gekarakteriseerd door bijvoorbeeld de grondwatertrappen van het LKN-systeem of het voorkomen van kwel of wegzijging. De kwalitatieve aspecten hangen nauw samen met deposities, belasting vanaf het aardoppervlak en stoffenstromen als gevolg van de waterhuishouding. De onderscheiden gebiedskenmerken met de daaraan gekoppelde relaties geven een indicatie over de kwalitatieve aspecten.

Voor het aangeven van gebieden met potenties voor natuurontwikkeling is een selectieprocedure toegepast op basis van kwalitatieve en kwantitatieve aspecten. Bij de gevolgde stappen zijn steeds de criteria vermeld om zicht te houden op de mogelijkheid voor te treffen verbeteringsmogelijkheden. Vanwege de uitzonderlijke positie van de rivier de Lek valt deze buiten de selectieprocedure.

Stap 1

Bij de eerste stap zijn naast het stedelijk gebied de cellen verwijderd met een hoog belastingniveau vanaf het aardoppervlak (bemesting en bestrijdingsmiddelen) door het huidige landgebruik (tabel 4). Dit zijn de cellen met als landgebruik bouwland, glastuinbouw en sierteelt (resp. code 5, 6 en 9). Hoewel bij het bodemgebruik grasland (code 7 en 8) het bemestingniveau hoog is zijn deze in eerste instantie niet verwijderd vanwege een laag niveau voor bestrijdingsmiddelen. In fig. 16 zijn de resterende (1332) cellen aangegeven.

Stap 2

Bij de tweede stap zijn de cellen verwijderd met een hoog belastingniveau vanuit de ondergrond. De cellen met een hoge kwel in combinatie met hoge fosfor- of ammoniumconcentraties van het kwelwater zijn verwijderd. Dit zijn de cellen met een kwel groter of gelijk aan (gemiddeld) 0,35 mm/d (code 2 t/m 6, tabel 7) in combinatie met een P-gehalte groter of gelijk aan 1 mg/l (code 4 t/m 8, tabel 11), of een N-gehalte groter of gelijk aan 2.5 mg/l (code 4 t/m 8, tabel 11). In fig. 17 zijn de resterende (1251) cellen aangegeven.

Stap 2a

Bij deze stap (na stap 1) is nagegaan hoeveel cellen voorkomen met een kwel groter of gelijk aan (gemiddeld) 0,35 mm/d (code 2 t/m 6, tabel 7) in combinatie met een chloridegehalte groter of gelijk aan 750 mg/l (code 2 t/m 5, tabel 10). Het betreft 38 cellen, in fig. 18 zijn de resterende (1294) weergegeven. Aangezien deze stap alleen als orientatie is uitgevoerd zijn de cellen vervolgens weer toegevoegd aan het gegevensbestand. Van de 38 cellen vallen 25 cellen tevens onder stap 2 (tabel 28).

Stap 3

Bij de derde stap zijn de cellen verwijderd met interne lozingen en/of

verontreinigde waterbodems. Voor beide gebiedskenmerken betreft het code 1 (tabel 14 en 17). In fig. 19 zijn de resterende (955) cellen aangegeven. Bij de tot dusver uitgevoerde analyse zijn 707 cellen verwijderd. Dit komt neer op 43% van het studiegebied.

Stap 4

Bij de volgende twee stappen is de externe beïnvloeding van het ingelaten water beschouwd. De beoordeling hiervan is arbitrair; in polders met verzilt oppervlaktewater zal het ingelaten water ten aanzien van dit aspect een verbetering betekenen. Ten aanzien van de natuurwaarde hoeft dit niet het geval te zijn. Voor gebieden met een P-gehalte groter dan 1 mg/l, zoals de Krimpenerwaard leidt de inlaat van water tot een gunstige situatie. Ingelaten water bevat ook andere stoffen die ongewenst zijn, bijvoorbeeld zware metalen. De resterende cellen die in sterke mate worden beïnvloed door het ingelaten water hebben betrekking op het bodemgebruik grasland (<20% open water, code 7, tabel 4) en boezemwateren (code 2, tabel 4) met uitzondering van de cellen met een kwel >05 mm/d (code 3t/m 6, tabel 7). In fig. 20 zijn de resterende (264) cellen aangegeven.

Stap 5

Bij deze stap wordt uitgegaan van een geringe beïnvloeding van het oppervlaktewater door het ingelaten water. Het betreft het bodemgebruik grasland met een relatief hoog percentage open water (>20 % open water, code 8) en de cellen met bodemgebruikscade 7 waar een kwel >0,5 mm/d voorkomt. In fig. 21 zijn de resterende (131) cellen aangegeven.

Stap 6

Bij het bodemgebruik open water, polder (code 4) wordt een zeer geringe beïnvloeding door het ingelaten water verondersteld. Voor gebieden met een relatief hoge wegzijging kan de beïnvloeding van betekenis zijn. Hier zal in droge jaren relatief veel water moeten worden ingelaten. Voor bodemgebruikscade 4 (tabel 4) zijn de cellen met kwelcode 9 (> 1mm/d, tabel 7) verwijderd. In fig. 22 zijn de resterende (105) cellen aangegeven.

Stap 7

Bij deze stap is eenzelfde procedure uitgevoerd als in de voorgaande stap, alleen nu voor bodemgebruik nat natuurgebied (code 1, tabel 4). In fig. 23 zijn de resterende (65) cellen aangegeven, inclusief de 27 cellen die het bodemgebruik rivier vormen (code 3).

Bij de hier toegepaste volgorde van stappen en de gehanteerde randvoorwaarden resteert uiteindelijk een gebied van 38 cellen, of wel 3800 ha, waar het predikaat "gunstige abiotische condities voor voedselarme natuurontwikkeling" aan kan worden toegekend. Zoals reeds gesteld in paragraaf 9.1 dient echter eerst vanuit de ecologie te worden aangegeven welke abiotische condities essentieel zijn, terwijl vanuit het beleid aangegeven dient te worden met welke beleidsmaatregelen rekening gehouden dient te worden.

9.3 Landbouwgebieden

Binnen het Groene Hart komt als bodemgebruik overwegend grasland voor. De factoren die van belang zijn voor een optimaal gebruik als grasland zijn de ontwateringstoestand, het vochtleverend vermogen en de stevigheid van de bovengrond. De ontwateringstoestand wordt voor een belangrijk deel gekarakteriseerd door het grondwaterstandsverloop (Gt). De grondwatertrap die overwegend voorkomt is Gt II. In tabel 26 is een verdeling van grasland naar bodem en Gt gegeven.

Tabel 26 Indeling grasland naar bodemsoort en Gt.

| Bodemsoort | Gt | aantal vakken |
|--------------------------|----------------|---------------|
| Veengronden (651 vakken) | Gt II | 476 |
| | Gt > II | 175 |
| Kleigronden (460 vakken) | Gt II | 153 |
| | Gt II* t/m VII | 307 |
| Overige gronden | | 27 |

De combinatie grasland met Gt II op veengrond geeft een aanzienlijke opbrengstdepressie door wateroverlast. In tabel 27 is voor veengronden de gemiddelde relatie weergegeven tussen Gt, GHG, GLG en opbrengstdepressie door wateroverlast (Werkgroep HELP-tabel, 1986).

Tabel 27 Opbrengstdepressies door wateroverlast op veengronden.

| Gt | GHG cm -mv | GLG cm -mv | Opbrengstdepressie door wateroverlast in % |
|-------|---------------|---------------|---|
| II | 5 | 70 | 30 |
| | 10 | | 25 |
| | 15 | | 21 |
| II * | 25 | 75 | 14 |
| III | 10 | 105 | 20 |
| | 15 | | 16 |
| | 20 | | 13 |
| III * | 30 | 110 | 7 |
| IV | 50 | 110 | 1 |
| V | 25 | 140 | 8 |
| V * | 35 | 150 | 4 |
| VI | 60 | 170 | 1 |
| VII | 100 | 200 | 1 |

De grens in tabel 27 is gelegd bij >20 % opbrengstdepressie, dit als gevolg van de gehanteerde indeling in paragraaf 7.4.

Uit tabel 27 blijkt dat door verlaging van de GHG de opbrengstdepressie door wateroverlast afneemt. Verlaging van de grondwaterstand in veengronden heeft verder als voordeel dat de draagkracht toeneemt. Als nadeel

kan worden genoemd, dat door verlaging van de grondwaterstand lucht toetreedt met als gevolg mineralisatie. Deze mineralisatie, alsmede krimp en klink, geven aanleiding tot een maaiveldval, zodat na verloop van tijd de produktieomstandigheden weer verslechteren.

Om de gebieden met ongunstige produktiemogelijkheden voor grasland in kaart te brengen is als eerste stap geselecteerd op bodemgebruik grasland (code 7 en 8) en weergegeven in fig. 24. De gegevens hiervoor zijn ontleend aan het LKN-bestand; na opname van de gegevens heeft in de Alblasserwaard een ruilverkaveling plaats gevonden. In het algemeen heeft dit geleid tot een verschuiving van Gt II naar Gt II*. Plaatselijk hebben onderbemalingen elders in het studiegebied tot hetzelfde effect geleid. Vervolgens is een onderscheid gemaakt tussen grasland met Gt I en II (ongunstige omstandigheden) en de overige vakken met grasland (relatief gunstige omstandigheden). Het resultaat hiervan is fig. 25.

Omdat in akker- en tuinbouwgebieden de ontwatering over het algemeen beter is aangepast aan de landbouwkundige eisen zijn deze gebieden buiten beschouwing gelaten.

9.4 Deelsystemen

In de twee voorgaande paragrafen is aangegeven op welke wijze de gebiedskenmerken in samenhang met specifieke randvoorwaarden kunnen worden gebruikt voor het verkrijgen van inzicht omtrent mogelijke gebruiksfuncties van het studiegebied. De interacties tussen de voorkomende functies, de mate waarin en wijze waarop eutrofiëring en verontreiniging plaats vinden zijn in het kader van te treffen maatregelen van belang. Uit de in paragraaf 9.2 uitgevoerde selecties is tabel 28 samengesteld. Uit de tabel blijkt dat bij stap 1 330 cellen zijn geselecteerd voor bodemgebruikscodes 0, 5, 6 en 9. Van deze cellen voldoet een aantal tevens aan de selectiecriteria van de volgende stappen; deze zijn rechts van het getal 330 op de eerste rij aangegeven. Een identieke opmerking kan worden gemaakt voor stap 2 en 3. Uit deze tabel en paragraaf 9.3 zijn deelsystemen te onderscheiden op grond van overeenkomstige karakteristieke kenmerken.

Evenals bij de uitgevoerde selectieprocedures is de hiervoor gevolgde werkwijze enigszins arbitrair. In tabel 29 zijn, naast de indeling in deelsystemen, de criteria vermeld welke hiervoor zijn gehanteerd.

Tabel 28 Overzicht van de uitgevoerde selecties.

| selectieproce- dure | bodem- gebruik 0, 5, 6, 9 | kwel 2 t/m 6 P of N 4 t/m 8 | kwel 2 t/m 6 chloride 2 t/m 5 | interne lozing/ wat.bod | bodem- gebruik 2, 7 - kwel 3 t/m 7 | bodem- gebruik 8 + kwel 3 t/m 7 | bodem- gebruik 4 kwel 9 | bodem- gebruik 1 kwel 9 |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Stap 1 | 330 | 91 | 16 | 167 | - | - | - | - |
| Stap 2 | | 81 | (25) | 39 | 77 | 3 | - | - |
| Stap 2a | | 1 | 38 | - | - | - | - | - |
| Stap 3 | | → → | → → | 296 | 248 | 13 | 4 | 10 |
| Stap 4 | | | | | 691 | - | - | - |
| Stap 5 | | | | | | 133 | - | - |
| Stap 6 | | | | | | | 26 | - |
| Stap 7 | | | | | | | | 40 |
| Totaal | 330 | 172 | 54 | 502 | 1016 | 149 | 30 | 50 |

Tabel 29 Indeling in deelsystemen.

| code deelsysteem | omschrijving | code bodemgebruik |
|---------------------|--|----------------------|
| 77 | stads- en dorpsgebied | 0 |
| 1 | bouwland, glastuinbouw en sierteeltgebied (hoog belastingniveau) | 5, 6, 9 |
| 2 | natuurgebieden, meren (polder) grasland > 20% open water (laag belastingniveau), eventueel te treffen maatregelen eenvoudig) | 1, 4, 8 7 * |
| 3 | meren (boezem), afhankelijk van waterkwaliteitsbeheer | 2 |
| 4 | graslandgebieden met hoge Cl-concentratie | 7 * |
| 5 | natte graslandgebieden LKN-klassen 0, 1, 2 | 7 * |
| 6 | overige graslandgebieden | 7 * |
| 7 | open water, rivieren | 3 |

* gedeeltelijk

In fig. 26 zijn de deelsystemen weergegeven.

Deelsysteem 1

Deelsysteem 1 omvat de cellen met als bodemgebruik glastuinbouw, akkerbouw of sierteelt. Uitgezonderd een vijftal cellen (glastuinbouw) aan de oostzijde van het studiegebied, aan weerszijden van de Leidsche Rijn, komt dit deelsysteem in twee concentraties voor in:

- * het noordelijk deel van Schieland in de vorm van bouwland, sierteelt en in mindere mate glastuinbouw. In het deelsysteem komt overwegend kwel voor met uitzondering van het sierteeltgebied bij Boskoop en een betrekkelijk klein gebied ten zuidoosten van Zoetermeer. Hier vindt infiltratie plaats. Vanuit de infiltratiegebieden is de grondwaterstroming gericht naar de kwelgebieden van het deelsysteem. Interactie vanuit het deelsysteem naar het aangrenzende gebied vindt dus alleen plaats via

het oppervlaktewatersysteem. Uit fig. 2 volgt dat de afvoer hoofdzakelijk plaats vindt door de Rotte, zodat de beïnvloeding van de aangrenzende gebieden beperkt blijft.

- * een strook tussen de Westeinder Plassen en de Drecht, die zich in zuidelijke richting uitbreidt tot in de Polder Nieuwkoop en de Polder Vierambacht. Het gebied is zowel gelegen in Amstelland als in Rijnland en heeft als bodemgebruiksvorm bouwland en glastuinbouw. De glastuinbouw is geconcentreerd in het noorden. In het gebied komt praktisch alleen kwel voor zodat interactie naar het aangrenzende gebied eveneens alleen via het oppervlaktewatersysteem plaats kan vinden. Voor Amstelland vindt de afvoer plaats via de Amstel. Voor Rijnland vindt de afvoer overwegend plaats naar de Ringvaart van de Haarlemmermeer en vervolgens in noordelijke richting naar het gemaal Halfweg.

Deelsysteem 2

Tot deelsysteem 2 zijn gerekend de natuurgebieden, de meren (polder) en de graslandgebieden met meer dan 20% open water en de graslandgebieden met minder dan 20% open water waar een kwel $> 0,5$ mm/d voorkomt. Dit deelsysteem komt hoofdzakelijk voor ten noorden van de Oude Rijn in het oostelijk deel van het studiegebied. Uit tabel 28 en het totaal aantal cellen met interne lozingen en/of verontreinigde waterbodems blijkt dat de verontreiniging als gevolg van deze bronnen relatief laag is. In het deelsysteem komt praktisch overal infiltratie voor. In dit kader wordt verwezen naar de grondwaterrelaties in fig. 15 en met name naar code 2 van tabel 20. Interactie naar het deelsysteem vanuit het aangrenzende gebied vindt plaats via het oppervlaktewatersysteem. Van belang is hierbij de wijze waarop de watervoorziening wordt geregeld, mede in het licht van de door de ecologie gestelde eisen aan de waterkwaliteit van het ingelaten water.

Deelsysteem 3

Deelsysteem 3 omvat de boezemwateren. In fig. 26 zijn alleen de meren aangegeven die hiervan deel uitmaken. Fig. 2 geeft een compleet beeld van het deelsysteem. Vanuit de boezem vindt alleen infiltratie plaats. Voor met name de Westeinder Plassen is deze interactie naar het aangrenzende gebied (Polder Legmeer) van belang. De interactie via het oppervlaktewater is echter veel belangrijker. Dit hangt samen met de functie die de boezemwateren in de waterhuishouding in het studiegebied vervullen. Enerzijds betreft dit de afvoer van het neerslagoverschot van de aangrenzende polders en anderzijds de watervoorziening voor deze polders in droge perioden. De kwaliteit van het oppervlaktewater in de boezem wordt naast de lozingen van de aangrenzende polders beïnvloed door interne lozingen van RZWI's en door verontreinigde waterbodems. Voor een verbetering van de waterkwaliteit door middel van doorspoeling en voor de watervoorziening wordt water ingelaten vanuit het hoofdsysteem.

Deelsysteem 4

Deelsysteem 4 heeft betrekking op graslandgebieden met minder dan 20% open water waar in extreme mate zoute kwel voorkomt. Het betreft de cellen met een relatief hoge kwel (fig. 6) in combinatie met een hoog chloridegehalte van het kwelwater (fig. 8). In Polder Groot-Mijdrecht en het zuidelijk deel van de Zuidplaspolder heeft het deelsysteem een aanzienlijke verbreiding. Elders in het studiegebied worden nog twee locaties van beperkte omvang aangetroffen.

Deelsysteem 5

Qua oppervlak is deelsysteem 5 het belangrijkste. Het omvat het deel van het graslandgebied met minder dan 20% open water waar relatief natte omstandigheden heersen. Dit deelsysteem wordt gevormd door de cellen met een LKN-klasse lager of gelijk aan 2 (grondwatertrap II of lager). Overwegend komt hier infiltratie voor. De intensiteit van deze infiltratie is evenals de minder vaak voorkomende kwel gering. In dit verband wordt tevens verwezen naar de grondwaterrelaties in fig. 15. De beïnvloeding vindt voornamelijk plaats als gevolg van de inlaat van gebiedsvreemd water en interne lozingen.

Deelsysteem 6

Qua oppervlak is deelsysteem 6 eveneens van betekenis. Het betreft het resterende deel van het graslandgebied met minder dan 20% open water waar iets drogere omstandigheden heersen. De cellen hebben een LKN-klasse van 3 of hoger (grondwatertrap II* of hoger). Overwegend komt hier kwel met een geringe intensiteit voor. In mindere mate komt er infiltratie met een geringe intensiteit voor. De beïnvloeding vindt net als bij deelsysteem 5 voornamelijk plaats als gevolg van de inlaat van gebiedsvreemd water en interne lozingen.

Deelsysteem 7

De rivier de Lek vormt deelsysteem 7. Vanuit de Lek vindt infiltratie plaats naar de Krimpenerwaard, de Lopikerwaard en de Alblasserwaard.

Uit fig. 25 blijkt dat voor een groot deel van de graslandgebieden de produktiemogelijkheden niet optimaal zijn vanwege overwegend te natte omstandigheden. Vanuit landbouwkundig oogpunt is voor deze gronden in het verleden altijd geadviseerd tot peilverlaging vanwege de te verwachten effecten en ondanks het gegeven dat na een aantal jaren het probleem zich herhaalt. Tegenwoordig wordt rekening gehouden met meerdere functies van het landelijk gebied met als gevolg een zekere terughoudendheid ten aanzien van peilverlaging.

In overweging kan worden genomen om deze gronden voor een deel te bestemmen voor natuurontwikkeling; hierbij kan worden gedacht aan een uitbreiding van de bestaande natuurgebieden of het creëren van overgangsgebieden. In deze overgangsgebieden zou wellicht in beperkte vorm landbouw mogelijk kunnen blijven. Een belangrijk aspect van deze gebieden is de bufferwerking; enerzijds het afschermen van de natuurgebieden van de gebieden met intensieve landbouw, anderzijds het vervullen van een functie in de watervoorziening van natuurgebieden. In dit verband kan zowel de reservoirfunctie worden genoemd als de toepassing van helofytenfilters (Duel en Te Boekhorst, 1990). Voor een verbetering van de waterkwaliteit in bestaande en te ontwikkelen natuurgebieden is inzicht nodig omtrent de mogelijkheden van berging van het neerslagoverschot, de wateraanvoerbehoefte en de wijze waarop de gewenste waterkwaliteit kan worden verkregen. Voor de cellen met interne lozingen of verontreinigde waterbodems, welke een nadelig effect uitoefenen op aangrenzende natuurgebieden, dient in eerste instantie een sanering te worden uitgevoerd. Uit bovenstaande en fig. 26 volgt dat de gebieden met de deelsystemen 2 en 5 de meeste perspectieven bieden voor natuurontwikkeling:

- de externe invloeden zijn beperkt tot de inlaat van gebiedsvreemd water in droge jaren. De kwaliteit van het ingelaten water zal aan bepaalde normen moeten voldoen;
- de interne invloeden zijn gering en indien aanwezig te saneren;

De perspectieven voor natuurontwikkeling zijn nauw verbonden met de specifieke eisen van het te ontwikkelen ecosysteem. Uitgangspunt bij de keuze voor de gebieden met de deelsystemen 2 en 5 is een voedselarm milieu. Voor ecosystemen die een hoge nutriëntenbelasting toelaten in een brak milieu kunnen gebieden met deelsysteem 4 een goed perspectief bieden.

LITERATUUR

Belois, C.H. van en M.A. Menke, 1990. Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding PAWN, deel 1b emissiescenario's, W1-rapport T568.

Berends, G.A. 1988. Bestrijdingsmiddelen en oppervlaktewaterkwaliteit. Een inventarisatie van het gebruik in akker- en tuinbouw. DBW/RIZA, IOB.

Besten, J. den, 1985. Naar een methode voor integratie, kartering en toepassing. SWNBL nr. 5.

CUWVO rapportage van DBW/RIZA, 1987. De waterkwaliteit van Nederland in 1986. Landelijke rapportage waterkwaliteit 1986. DBW/RIZA, Rijkswaterstaat.

De Lyon, M.J.H. en J.G.M. Roelofs, 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid, deel 1 en 2. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit, Nijmegen.

DGV TNO. 1978, 1979. Grondwaterkaart van Nederland, Utrecht 31 Oost, 32 West, 38 Oost, 38 West, 39 West.

Duel H. en J.K.M. te Boekhorst, 1990. Helofytenfilters voor verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater, een programmeringsstudie. TNO Studiecentrum voor Milieu-onderzoek en Staringcentrum. Delft/Wageningen.

Engelen, G.B., J.M.J. Gieske en S.O. Los, 1989. Grondwaterstromingsstelsels in Nederland. Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr.2. Den Haag.

Gogh W.G. van 1987. Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland 1986. Nota nr. 87.033. Rijkswaterstaat, DBW/RIZA. Lelystad.

Grashoff, P.S., M.A. Menke, C.H. Van Belois, E.F.W. Ruygh, 1989. PAWN-vermesting. Verzamelen en berekenen van invoergegevens ten behoeve van waterkwaliteitsberekeningen. Waterloopkundig laboratorium. In opdracht van Rijkswaterstaat, DBW/RIZA.

H2O, 1989. NVA hield studiedag over het Rijn-actieprogramma: zuiveringsheffingen komende jaren 30 tot 50 % hoger. HtweeO 22(1989)4,p.124-125.

Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1989. Verslag Waterkwaliteit 1988. Krimpen aan den IJssel.

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, 1981. Voortgezet onderzoek Kanaal Waddinxveen-Voorburg. Nota ICW 1249.

Klijn, F. 1989. Landschapsecologische kartering Nederland: Grondwaterrelaties. CML-mededeling 51. Stiboka-rapport nr. 2107.

Kroes J.G., C.J.W. Roest, P.E. Rijtema, 1990. De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland. Concept Rapport Staringscentrum Wageningen.

Leistra, 1990. Mondelinge mededeling.

Liere, van L., R.M.M. Roijackers en P.J.T. Verstraelen, 1989. Integraal waterbeheer in het Goois/Utrechts stuwwallen- en plassengebied. Rapporten en nota's no. 22 van Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO (CHO-TNO), Den Haag.

Locher, W.P. en H. de Bakker. 1987. Bodemkunde van Nederland. Voorpublicatie van deel 1, Algemene bodemkunde. STIBOKA, Wageningen.

Maij-Weggen, J.R.H. 1989. De verontreiniging van de Rijn. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1989-1990, ISSN 0921-7371;12872, nr. 49. Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1986. De waterkwaliteit van Nederland. Indicatief meerjarenprogramma water 1985-1989, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw en Visserij, 1989. Derde Nota waterhuishouding. Water voor nu en later. Den Haag.

Pankow, J., P.E. Rijtema, 1970. De resultaten van het waterbalansonderzoek in 1968 voor objecten met een constant slootpeil in Hoenkoop. Nota 567, ICW. Wageningen.

Projectgroep Groene Hart-NU, 1989. Nadere uitwerking Groene Hart. Den Haag.

Projectgroep West-Utrecht, 1982. Mogelijke lokaties voor diepe grondwaterwinning in West-Utrecht.

Projectteam Verdroging, 1989. Verdroging van natuur en landschap in Nederland. Het technisch rapport. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Provinciaal Bestuur van Zuid-Holland, 1986. Waterkwaliteitsplan Zuid-Holland 1985-1995, Den Haag.

Provincie Utrecht, Waterkwaliteitsplan 1984.

Provincie Utrecht, 1986. Streekplan Utrecht.

Provincie Zuid-Holland, 1984. Herziening Streekplan Zuid-Holland Oost. Voorontwerp in hoofdlijnen.

Rijkswaterstaat, DBW/RIZA. Kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren, verslag van de resultaten over het tweede kwartaal 1986. Lelystad.

Rijkswaterstaat, DBW/RIZA. Kwaliteitsonderzoek in de rijkswateren, verslag van de resultaten over het derde kwartaal 1986. Lelystad.

Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, afd. Waterstaatskartografie, 1985. Waterstaatkundige indeling Hoogheemraadschap Rijnland, schaal 1:100.000.

Rijkswaterstaat Zuid-Holland. De waterhuishouding binnen het Groene Hart.

Scholte Ubing, D.W., 1963. Agro-hydrologische onderzoeken ten behoeve van de landbouwwaterhuishouding en beheersing in Utrecht. Aanvullend rapport bij Deel 1: Z.W.-Utrecht, Lopikerwaard. Utrecht.

Snelting, H. en P. Groenewoud, 1989. Winningsmogelijkheden van grondwater in het Gooi en Eemgebied. Deelrapport 2: Systeemidentificatie. (Rapport uitgebracht door de projectgroep Tussen Vecht en Eem). Deelrapport 728601002. RIVM, Bilthoven.

Stiboka, 1981. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000. Blad 38 Oost, Gorinchem. Wageningen.

Stiboka, 1987. Algemene begrippen en indelingen. Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000. Wageningen.

Topografische Dienst. Topografische Kaart van Nederland 1:50.000.

Waal, R.W. de. 1988. Bodemlegenda LKN-Fase III. Bespreking begeleidingscommissie 15 dec. 1988. Stiboka, Wageningen.

Werkgroep HELP-tabel, 1986. De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige produktie. Utrecht.

Werkgroep Midden West-Nederland, 1976. Hydrologie en waterkwaliteit van Midden West-Nederland. ICW, Regionale studies 9, Wageningen.

Werkgroep Noord-Holland, 1982. Kwantiteit en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in Noord-Holland benoorden het IJ. ICW Regionale studies 16, Wageningen.

Werkgroep Waterbodems, 1989. Waterbodems in Zuid-Holland. Een indicatieve inventarisatie.

Werkgroep Zuid-Holland, 1987. Wateriaanvoerbehoefte Zuidhollandse eilanden en waarden (peilbeheersing en bestrijding van de verzilting). Nota 1801. ICW, Wageningen.

Wit, K.E., 1974. Hydrologisch onderzoek in Midden West-Nederland. Nota 792. ICW, Wageningen.

Wit, K.E., H.Th.L. Massop, M. Wijnsma en J.G. te Beest, 1987. Waterbalansonderzoek Maarsseveensche Plassen. Nota 1775 ICW, Wageningen.

Wösten, J.H.M., M.H. Bannink, J. Beuving, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: De Staringreeks. STIBOKA/ICW, Wageningen

Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland, 1978. Waterkwaliteitsplan tot 1982, Hilversum.

Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland, 1988. Waterkwaliteitsplan 1987-1992, Hilversum.

Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, 1987. Waterkwaliteitsbeheersplan (1987-1992) Hollandse Eilanden en Waarden. Dordrecht.

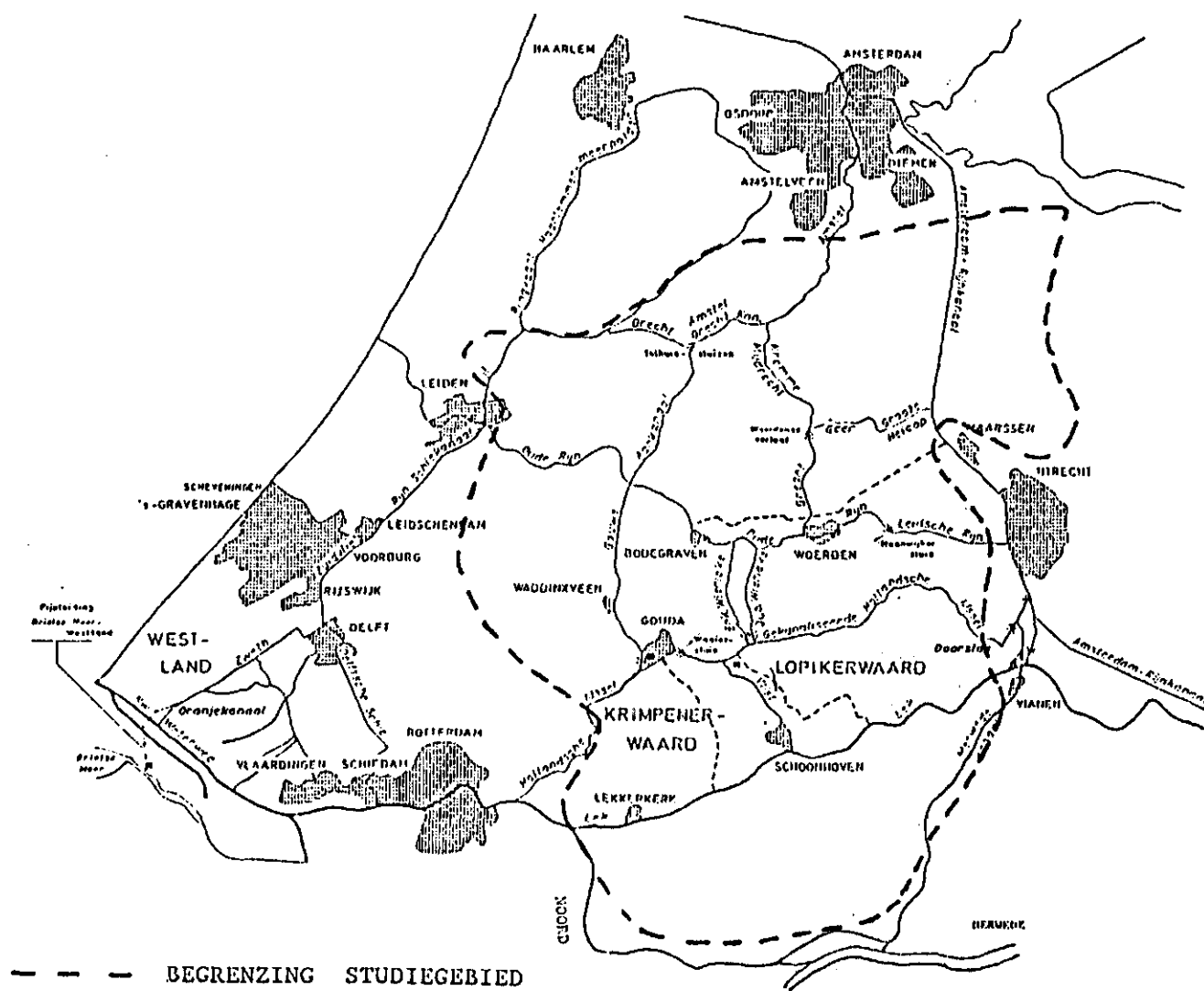


FIG.1 LIGGING VAN HET STUDIEGEBIED

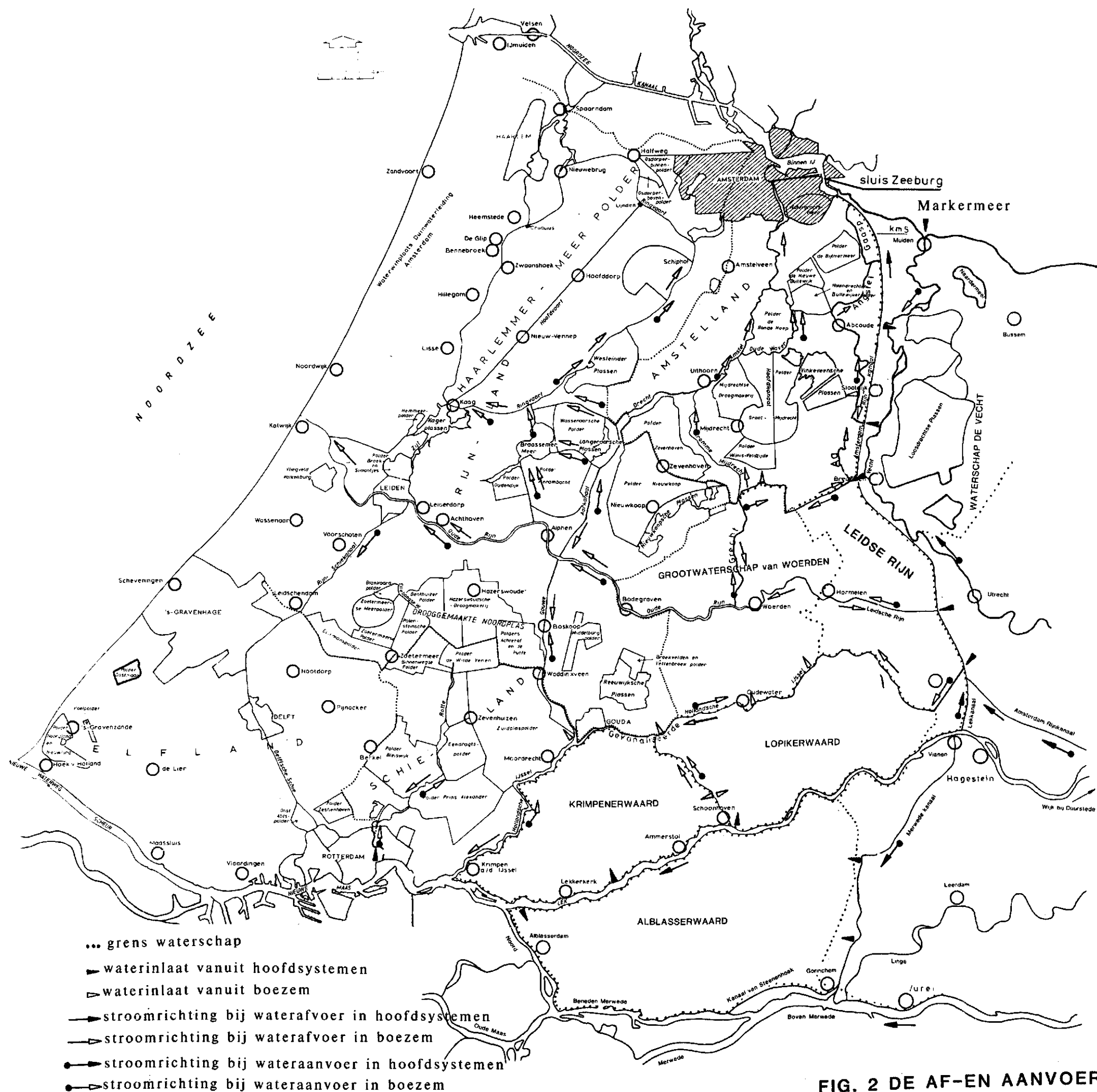
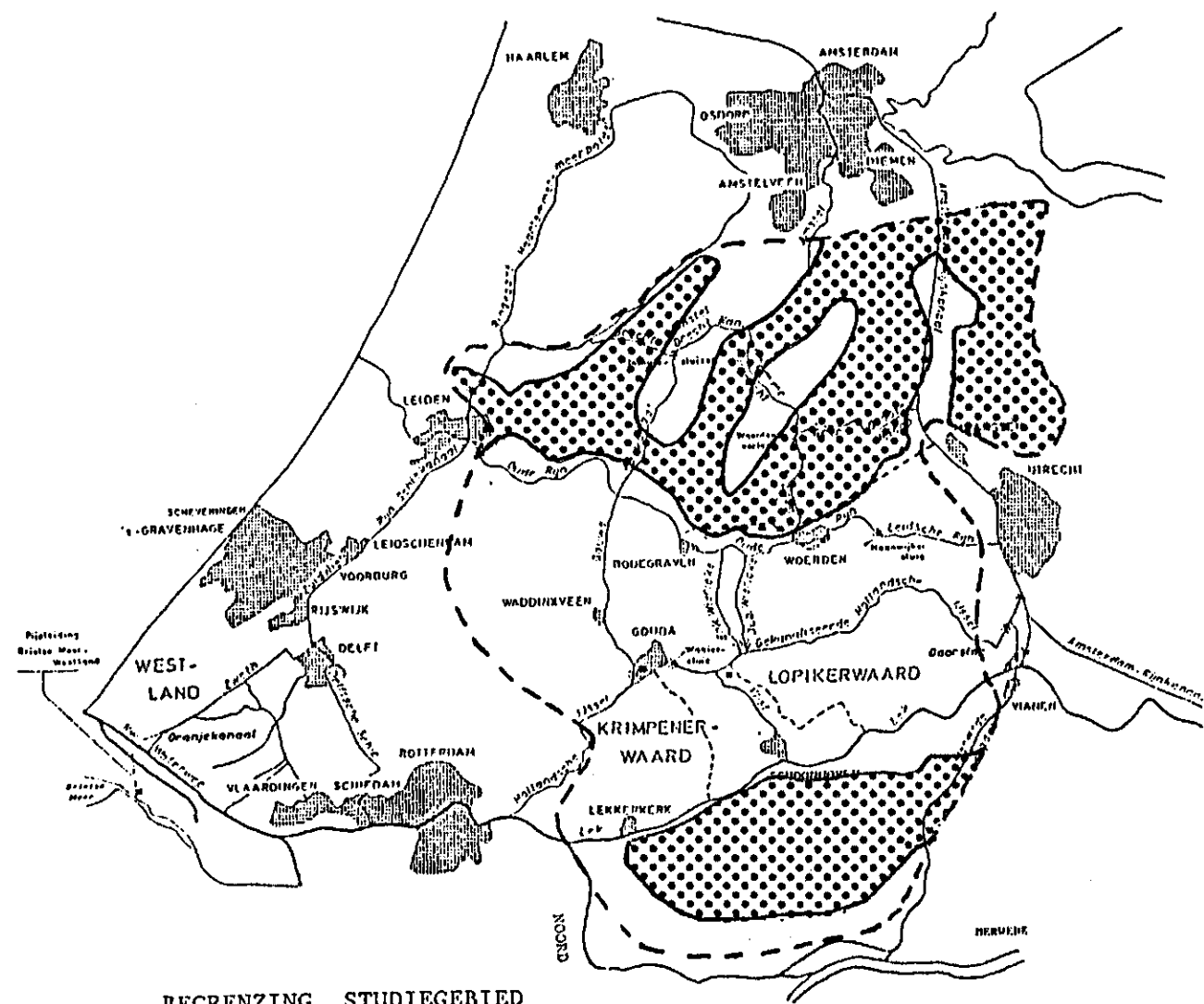


FIG. 2 DE AF-EN AANVOERSITUATIE



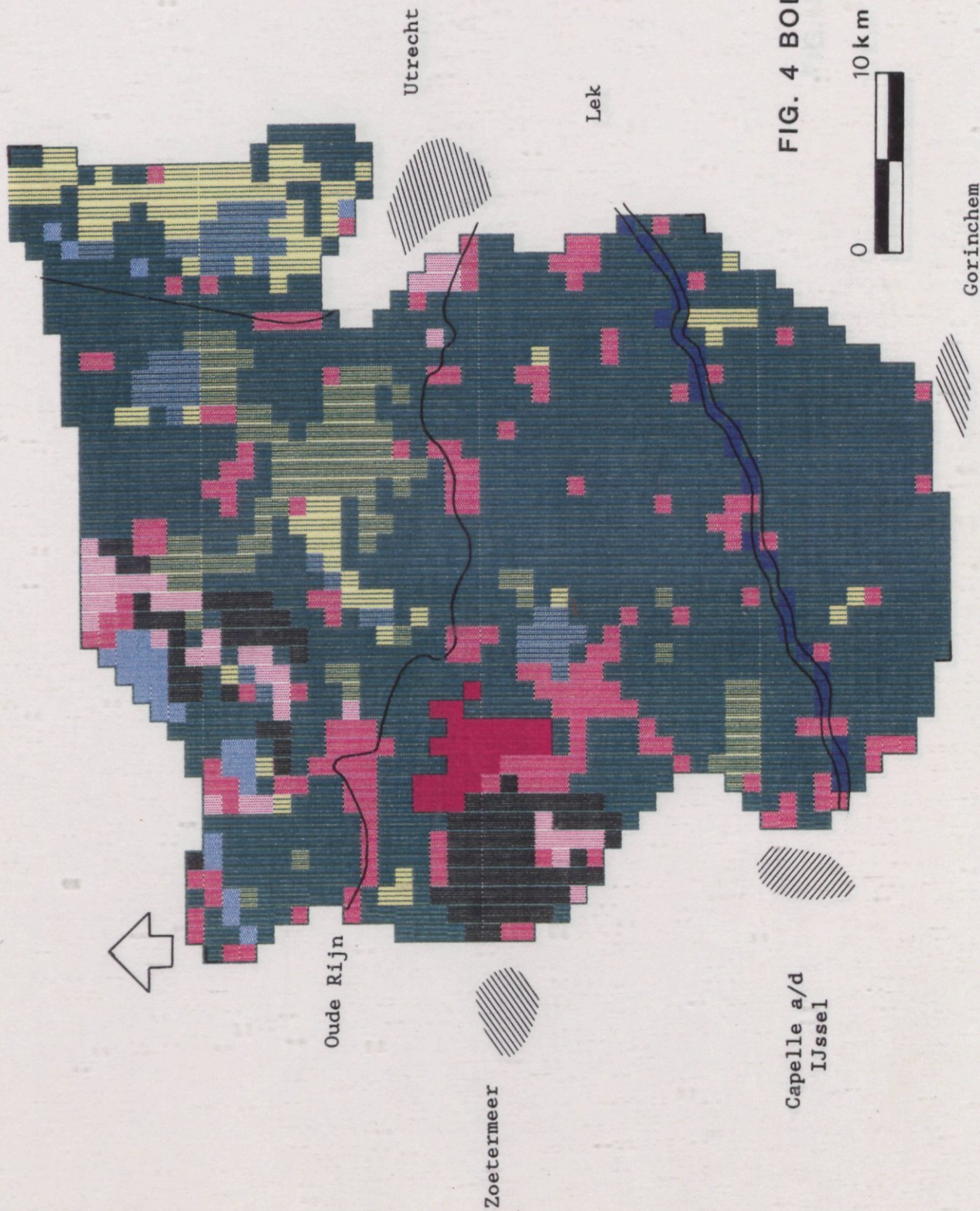
Legenda



Gebieden waar natte/vochtige natuurwaarden matig tot sterk zijn verdroogd

FIG.3 GEBIEDEN WAAR NATTE/VOCHTIGE NATUURWAARDEN MATIG TOT STERK ZIJN VERDROOGD

Amsterdam - Rijn
kanaal



1042

- Legenda
- stedel. gebied
 - natuurgebied
 - meren (boezem)
 - rivieren
 - meren (polder)
 - bouwland
 - glastuinbouw
 - grasland < 20
 - grasland > 20
 - siereteit

FIG. 4 BODEMGEBRUIK

10 km

0

Gorinchem

Oude Rijn

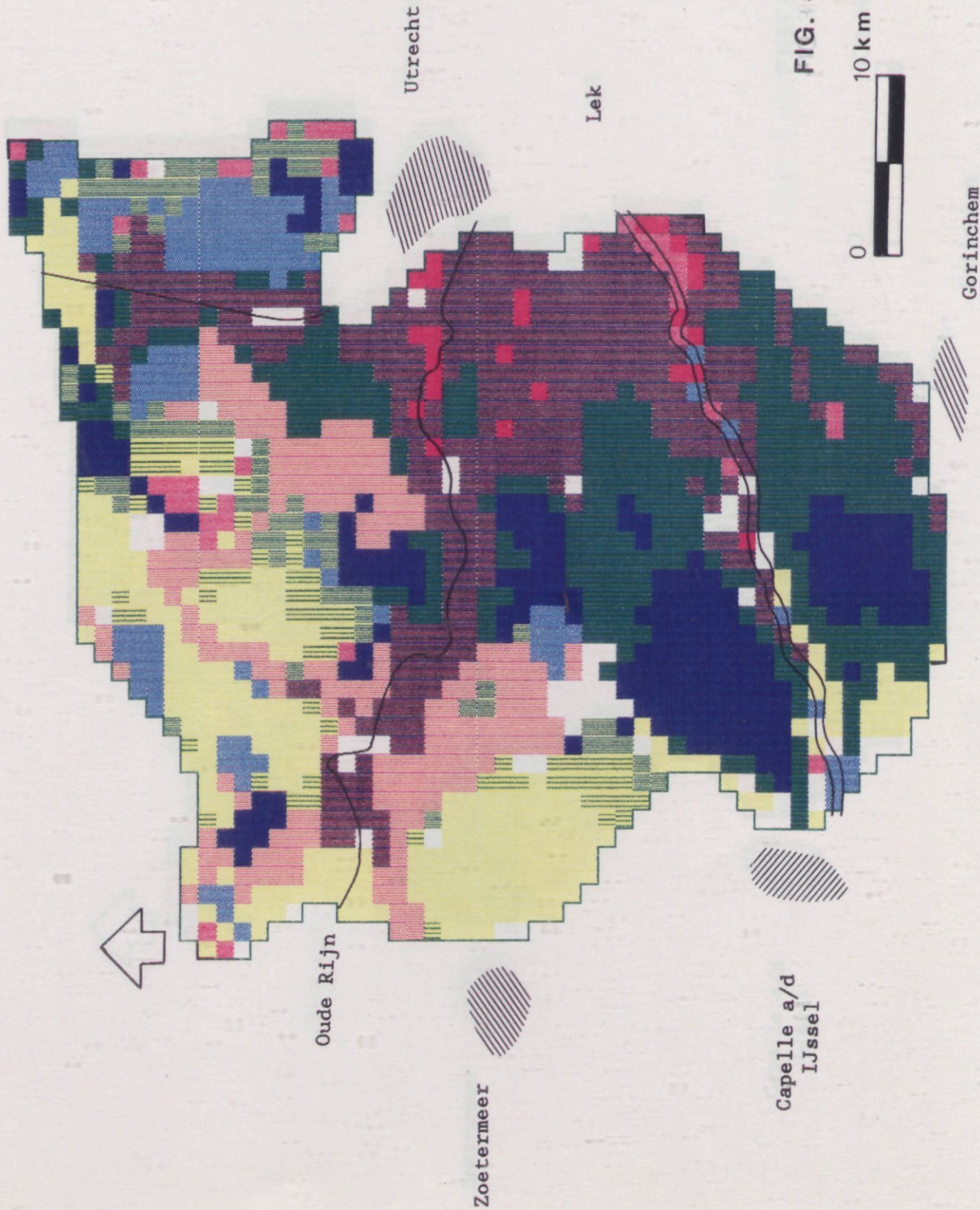
Utrecht

Lek

Zoetermeer

Capelle a/d
IJssel

Amsterdam - Rijn
kanaal

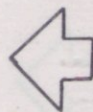


342

- Legenda
- open water
 - veengr. (1)
 - veengr. (2)
 - veengr. (3)
 - veengr. (4)
 - zeeklei (5)
 - zeeklei (6)
 - rivierklei (7)
 - rivierklei (8)
 - complex

FIG. 5 BODEMSOORTEN

Amsterdam - Rijn
kanaal



Oude Rijn

Zoetermeer



Utrecht

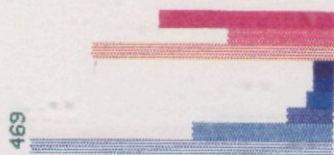
Lek

Capelle a/d
IJssel

Gorinchem

0 10 km

469

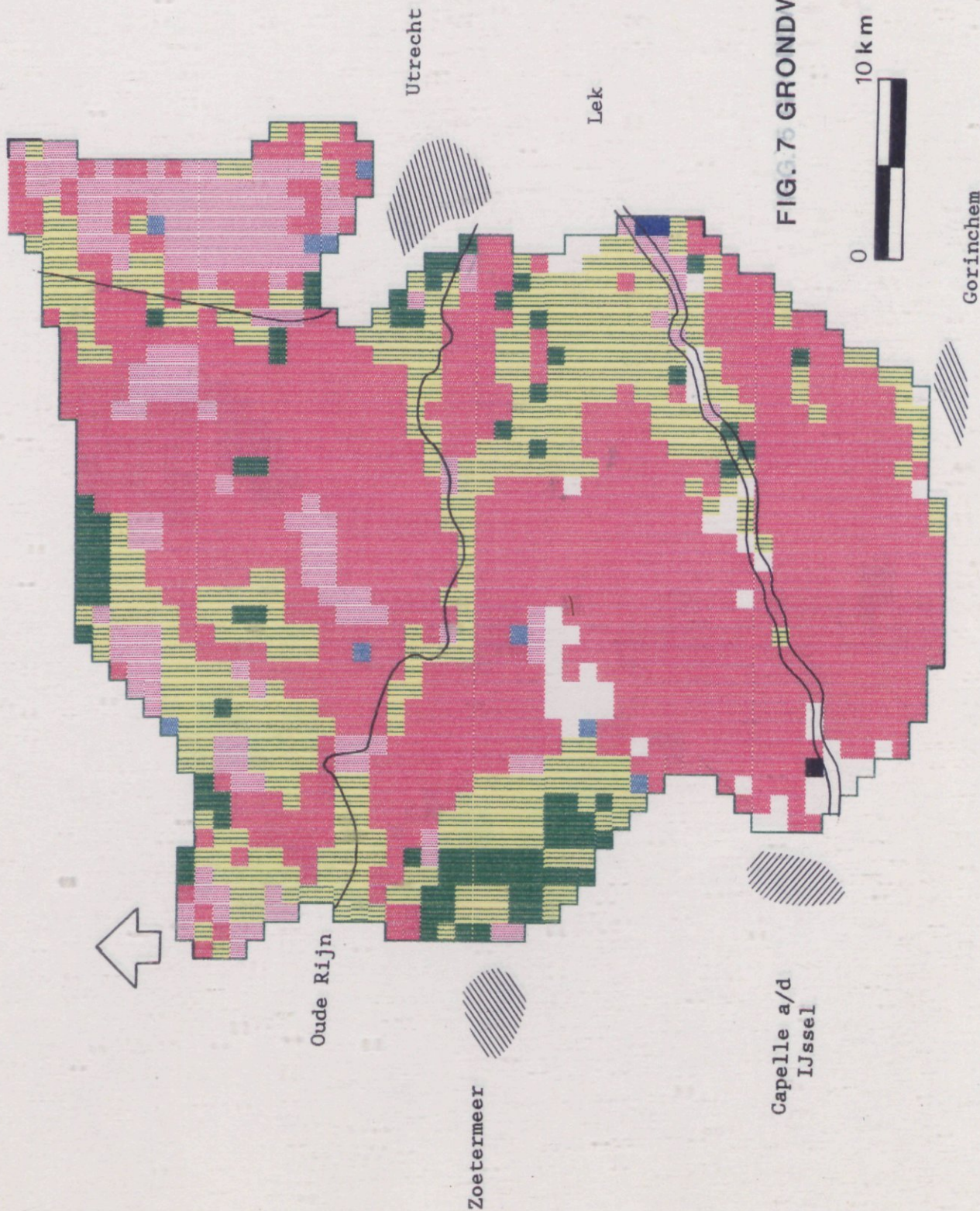


Legenda

- 0 - 0.25 mm/d
- 0.25 - 0.50
- 0.50 - 0.75
- 0.75 - 1.25
- 1.25 - 1.75
- > 1.75
- 0 - -0.25
- 0.25 - -0.50
- < -0.50

FIG. 6 KWEL EN INFILTRATIE

Amsterdam - Rijn
kanaal



Legenda

| LKN | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|-----|------|-------|--------|--------|------|-------|
| 0 | Red | Blue | Green | Yellow | Orange | Pink | White |

FIG. 7 GRONDWATERTRAPPEN (LKN)

Amsterdam - Rijn
kanaal

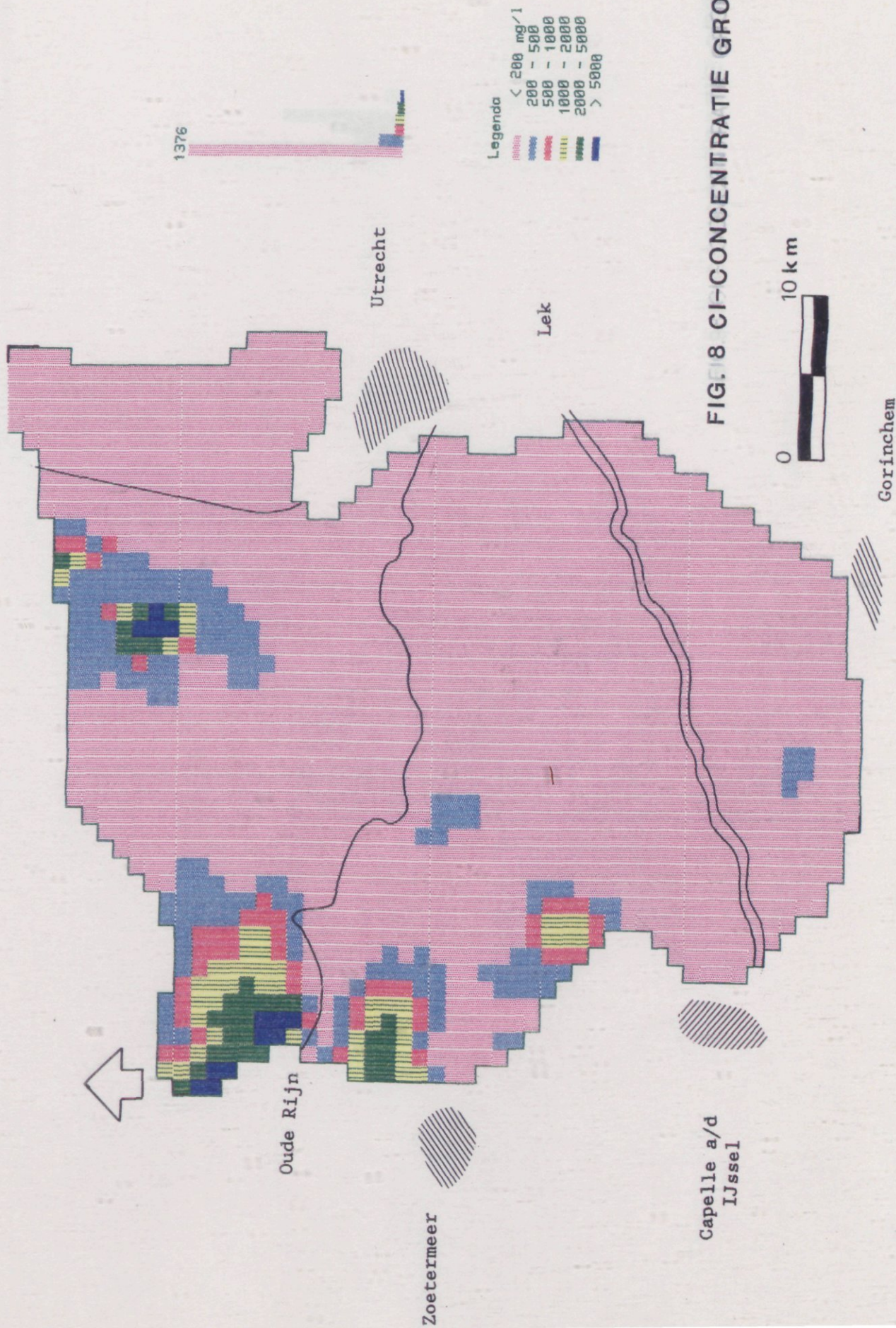


FIG. 8 CI-CONCENTRATIE GRONDWATER

Amsterdam - Rijn
kanaal

Oude Rijn

Zoetermeer

Capelle a/d
IJssel

Utrecht

Lek

Gorinchem

750

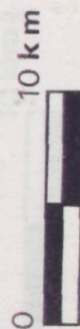


FIG. 9 P-CONCENTRATIE GRONDWATER

Amsterdam - Rijn
kanaal

Oude Rijn

Zoetermeer

Capelle a/d
IJssel

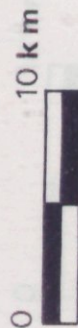
Utrecht

Lek

Gorinchem



FIG. 10 N-CONCENTRATIE GRONDWATER



Amsterdam - Rijn
kanaal

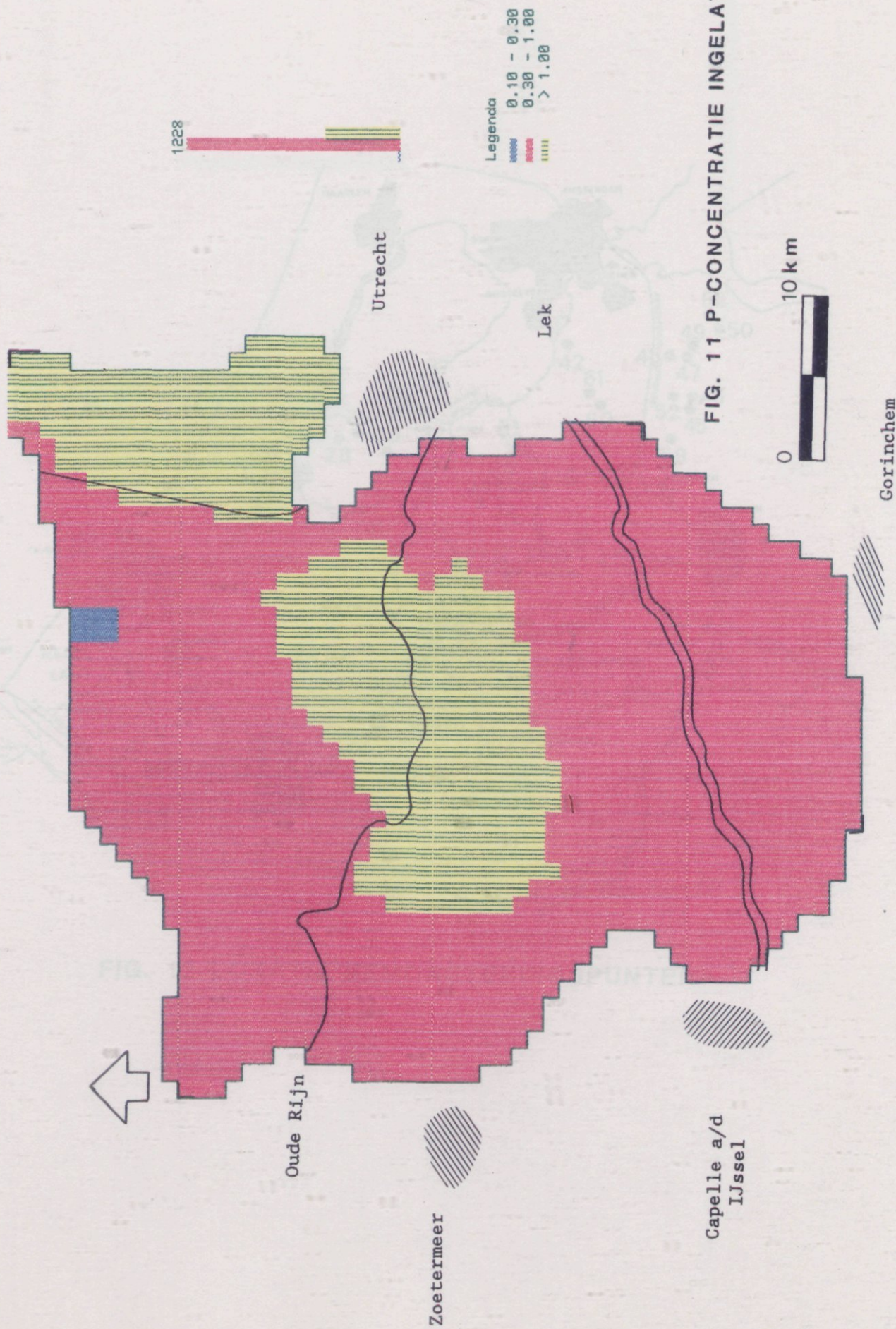


FIG. 11 P-CONCENTRATIE INGELATEN WATER

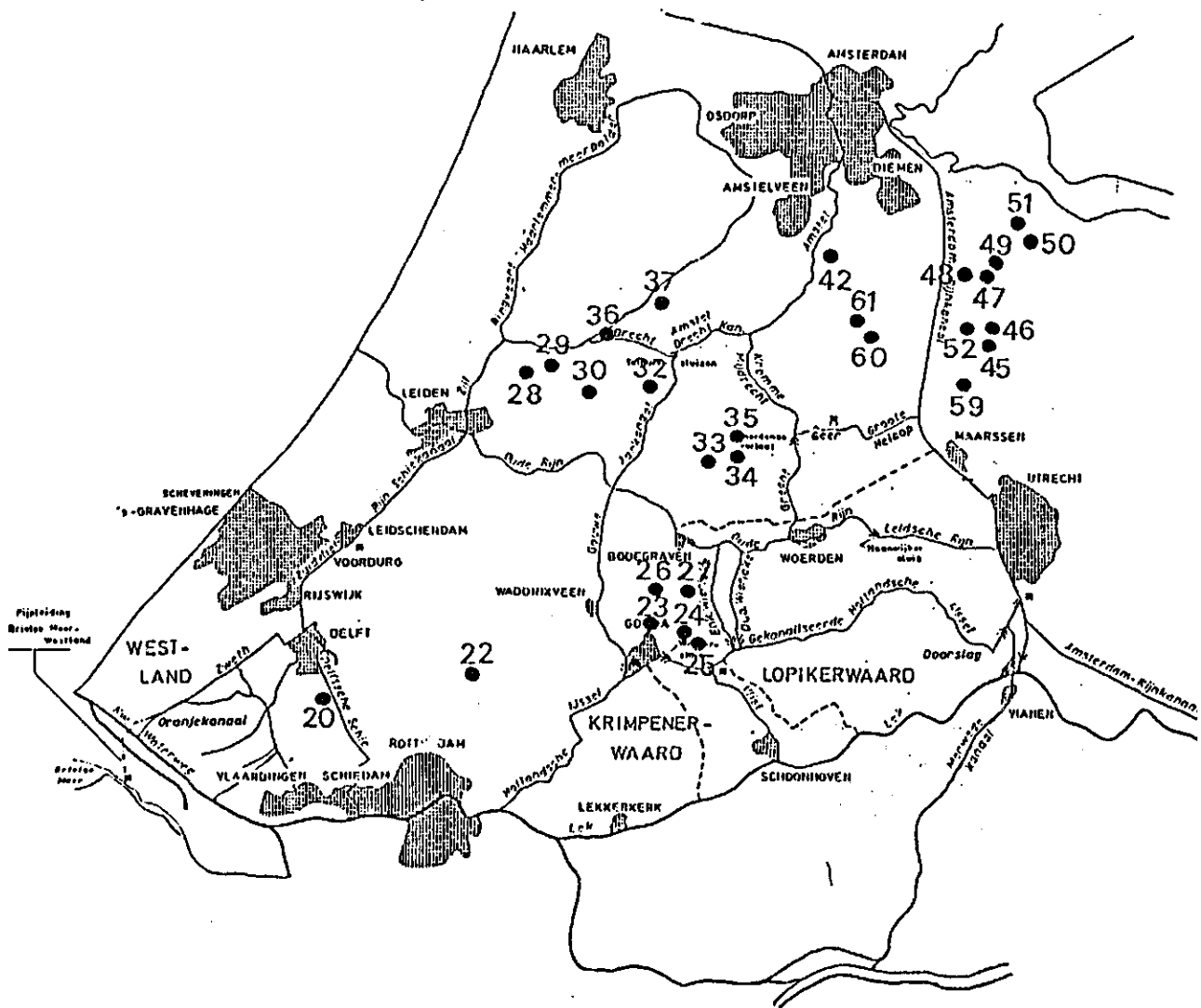


FIG. 12 LOKATIE BEMONSTERINGSPUNTEN

Amsterdam - Rijn
kanaal

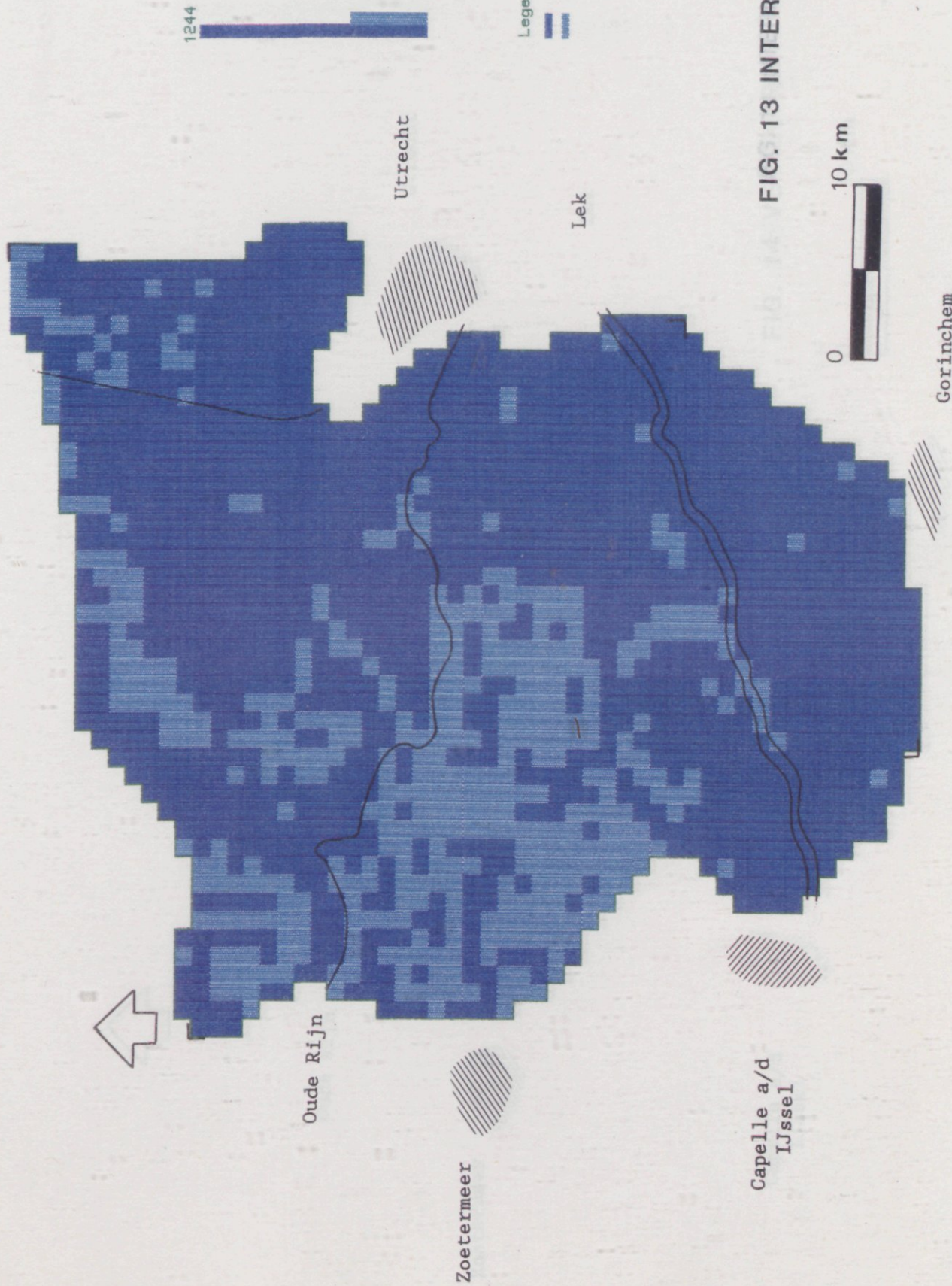
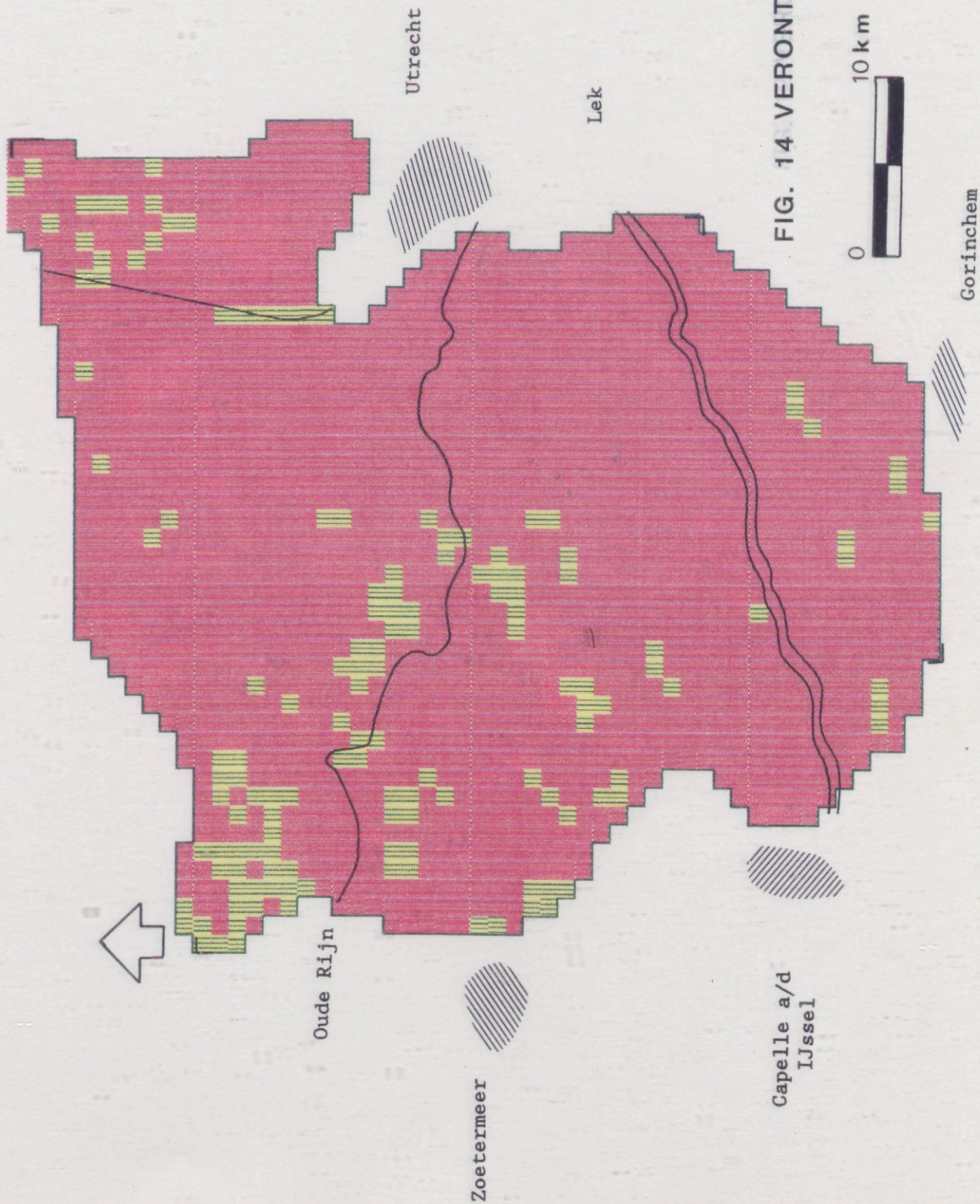


FIG. 13 INTERNE LOZINGEN

Amsterdam - Rijn
kanaal



Capelle a/d
IJssel

Zoetermeer

Oude Rijn

Utrecht

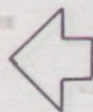
Lek

Gorinchem

0 10 km

FIG. 14 VERONTREINIGDE WATERBODEMS

Amsterdam - Rijn
kanaal



Oude Rijn

Zoetermeer

Capelle a/d
IJssel

Utrecht

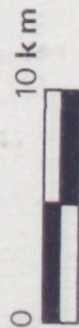
Lek

Gorinchem

777

- Legenda
- kwel (gw)
 - tijd kwel (gw)
 - geen kwel/inz
 - tijd kwel (mw)
 - kwel (mw)
 - inzijging
 - tijd br.kwel
 - brakke kwel

FIG. 15 GRONDWATERRELATIES



Amsterdam - Rijn
kanaal

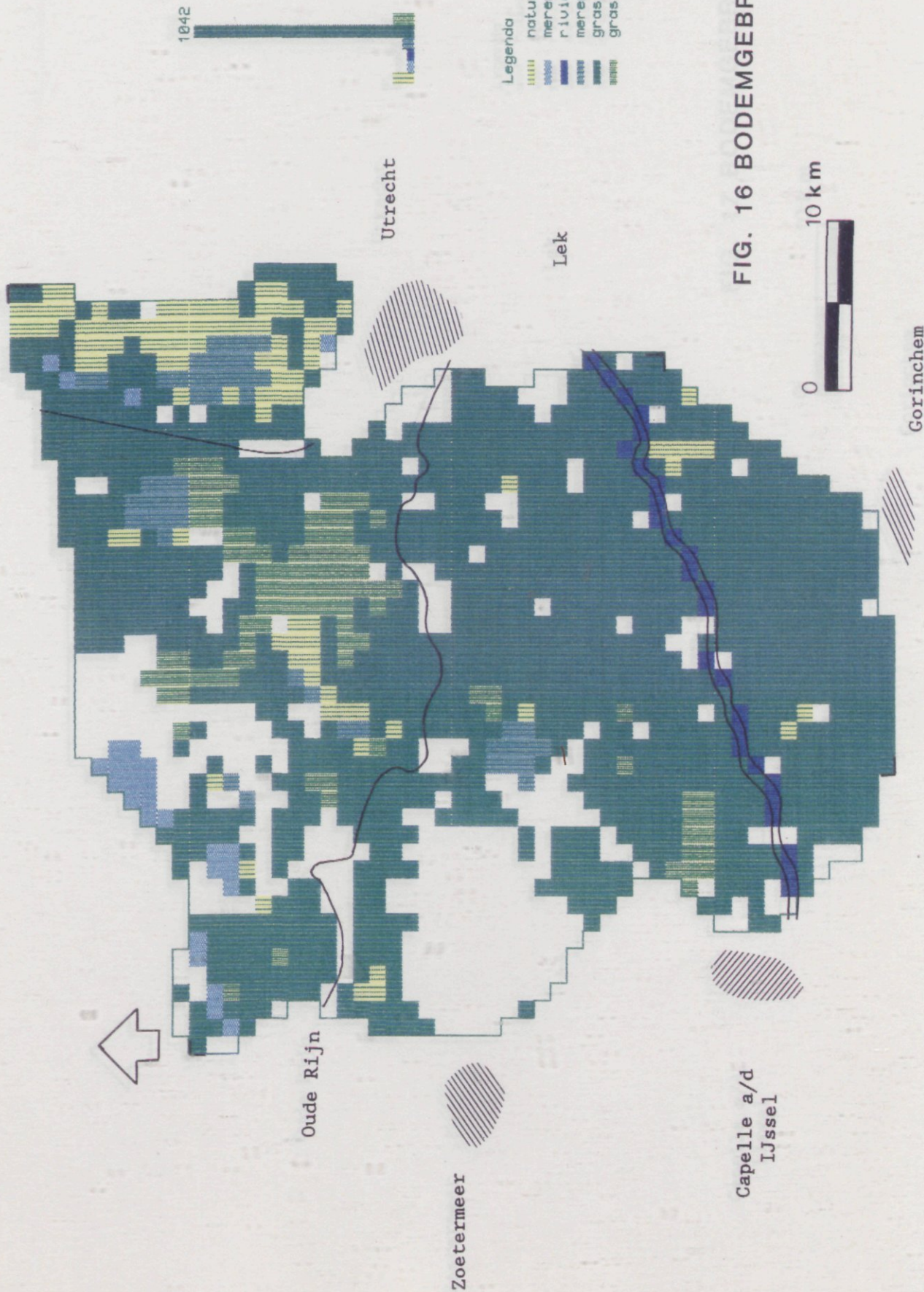


FIG. 16 BODEMGEBRUIK (STAP1)

Amsterdam - Rijn
kanaal

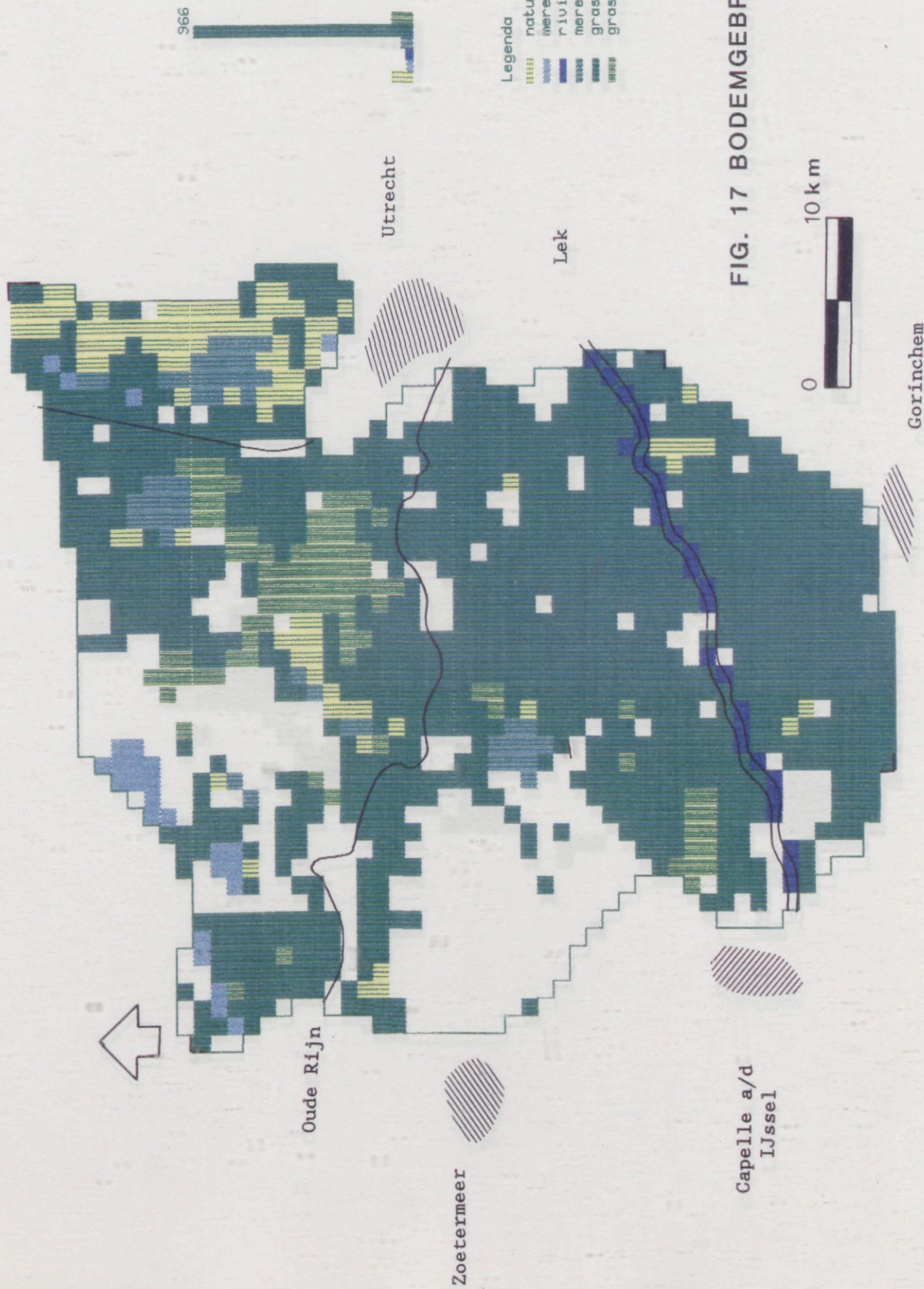


FIG. 17 BODEMGEBRUIK (STAP2)

Amsterdam - Rijn
kanaal

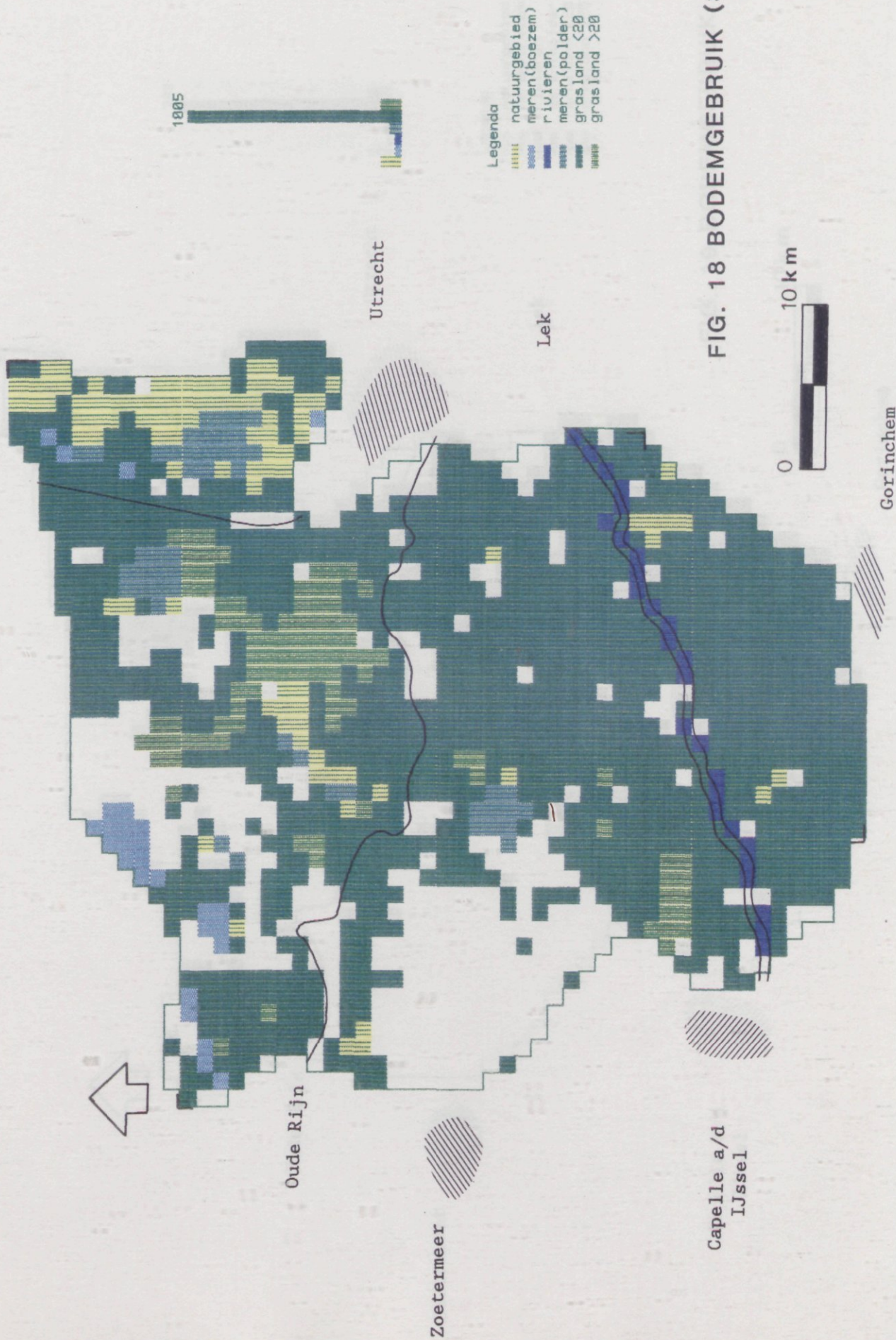
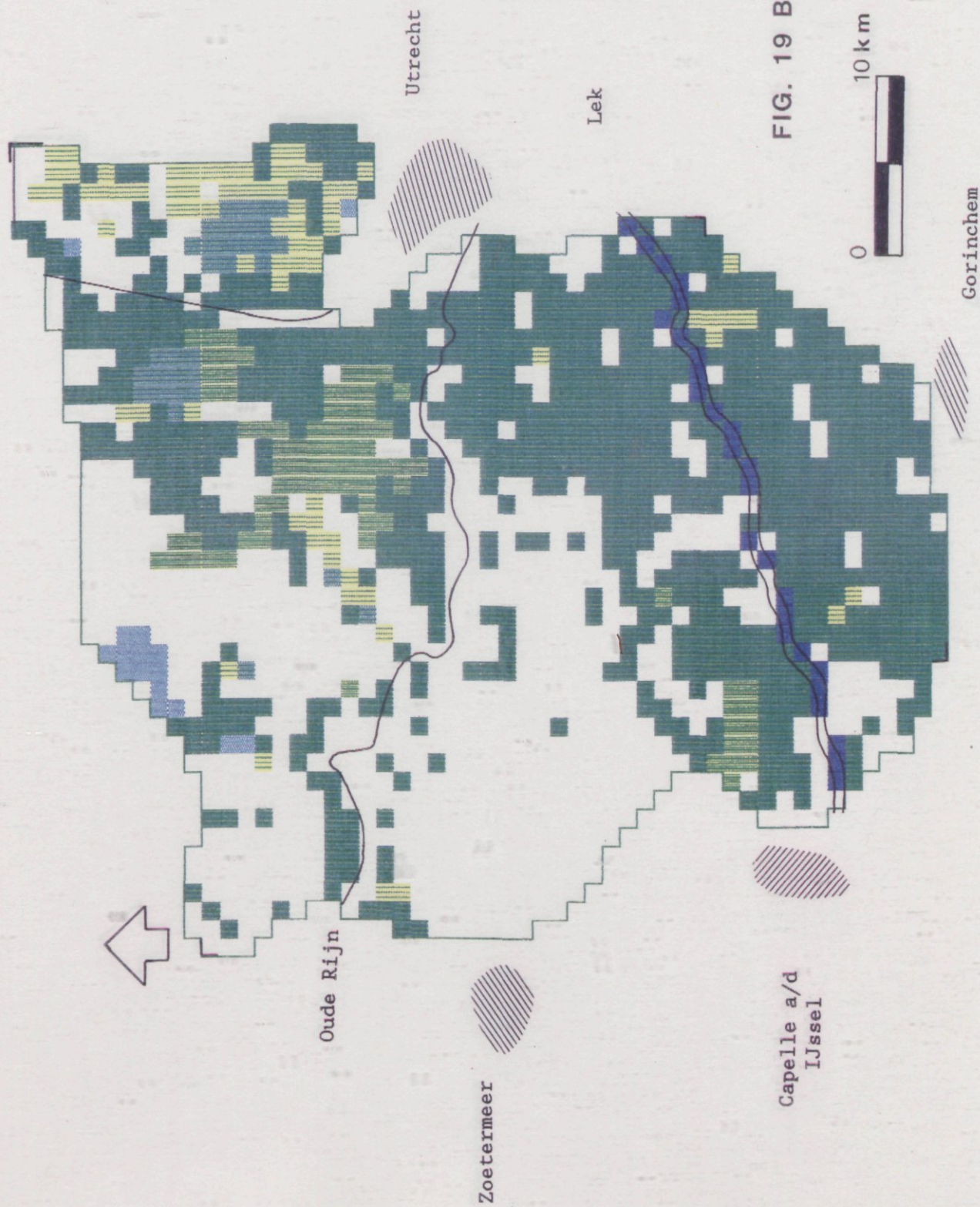


FIG. 18 BODEMGEBRUIK (STAP2a)

Amsterdam - Rijn
kanaal



728

Legenda

- natuurgebied
- meren(boezem)
- rivieren
- meren(polder)
- grasland <20
- grasland >20

FIG. 19 BODEMGEBRUIK (STAP3)

0 10 km

Gorinchem

Oude Rijn

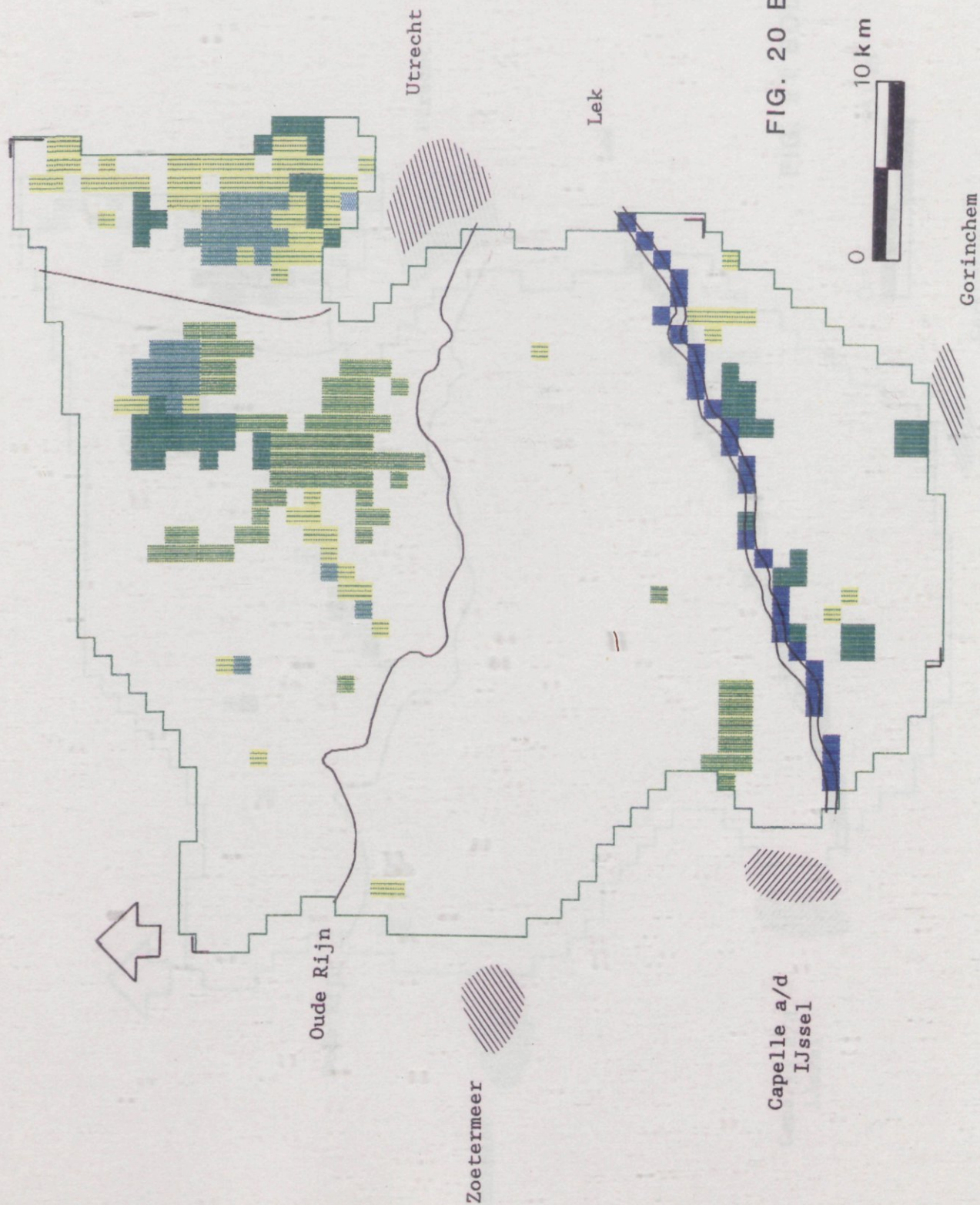
Utrecht

Lek

Zoetermeer

Capelle a/d
IJssel

Amsterdam - Rijn
kanaal



80

Legenda
 natuurgebied
 meren(boezem)
 rivieren
 meren(polder)
 grasland <20
 grasland >20

FIG. 20 BODEMGEBRUIK (STAP 4)

0 10 km

Gorinchem

Capelle a/d
IJssel

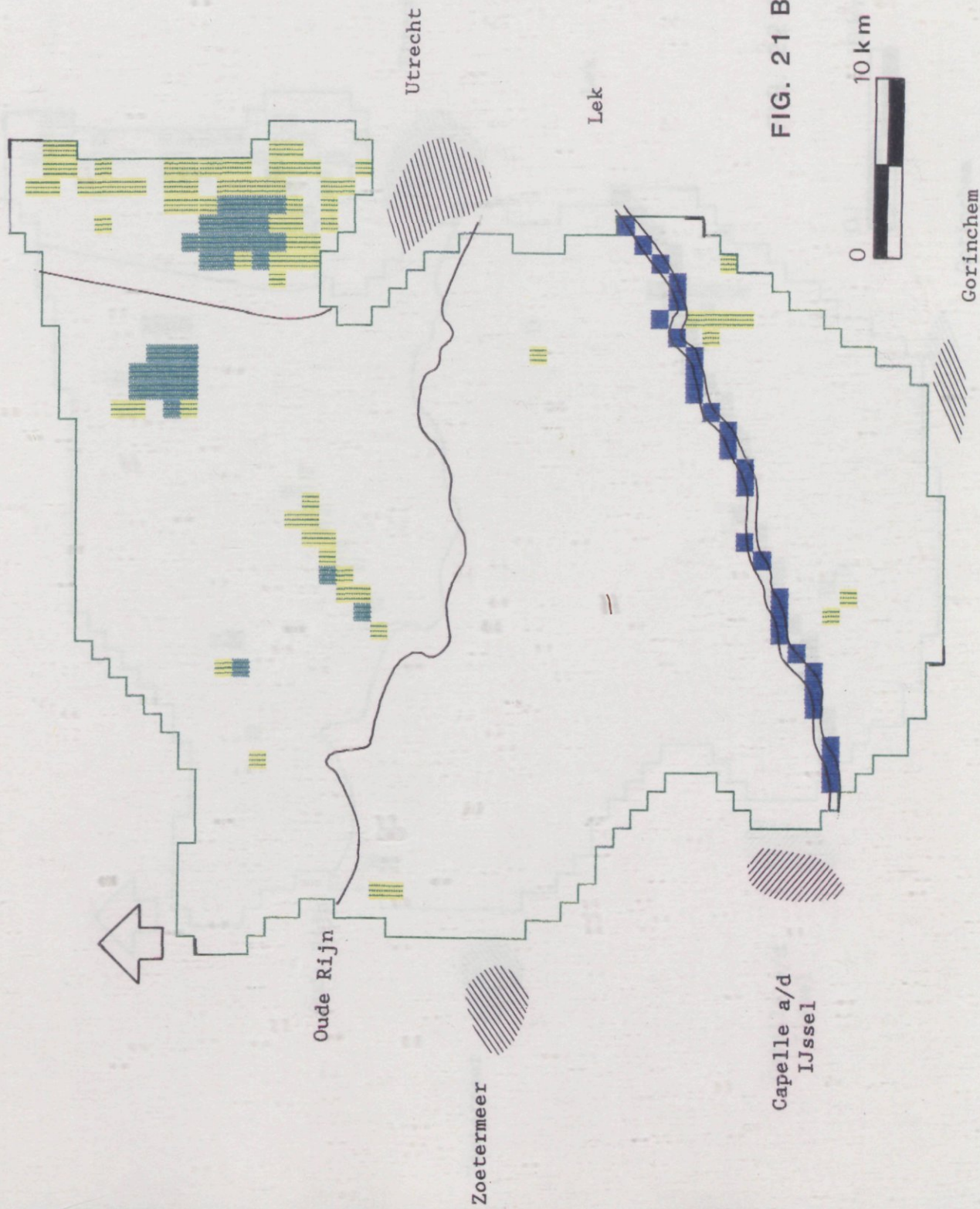
Zoetermeer

Oude Rijn

Utrecht

Lek

Amsterdam - Rijn
kanaal



72

Legenda
 natuurgebied
 rivieren
 meren (polder)

FIG. 21 BODEMGEBRUIK (STAP5)

0 10 km

Gorinchem

Capelle a/d
IJssel

Zoetermeer

Oude Rijn

Utrecht

Lek

Amsterdam - Rijn
kanaal

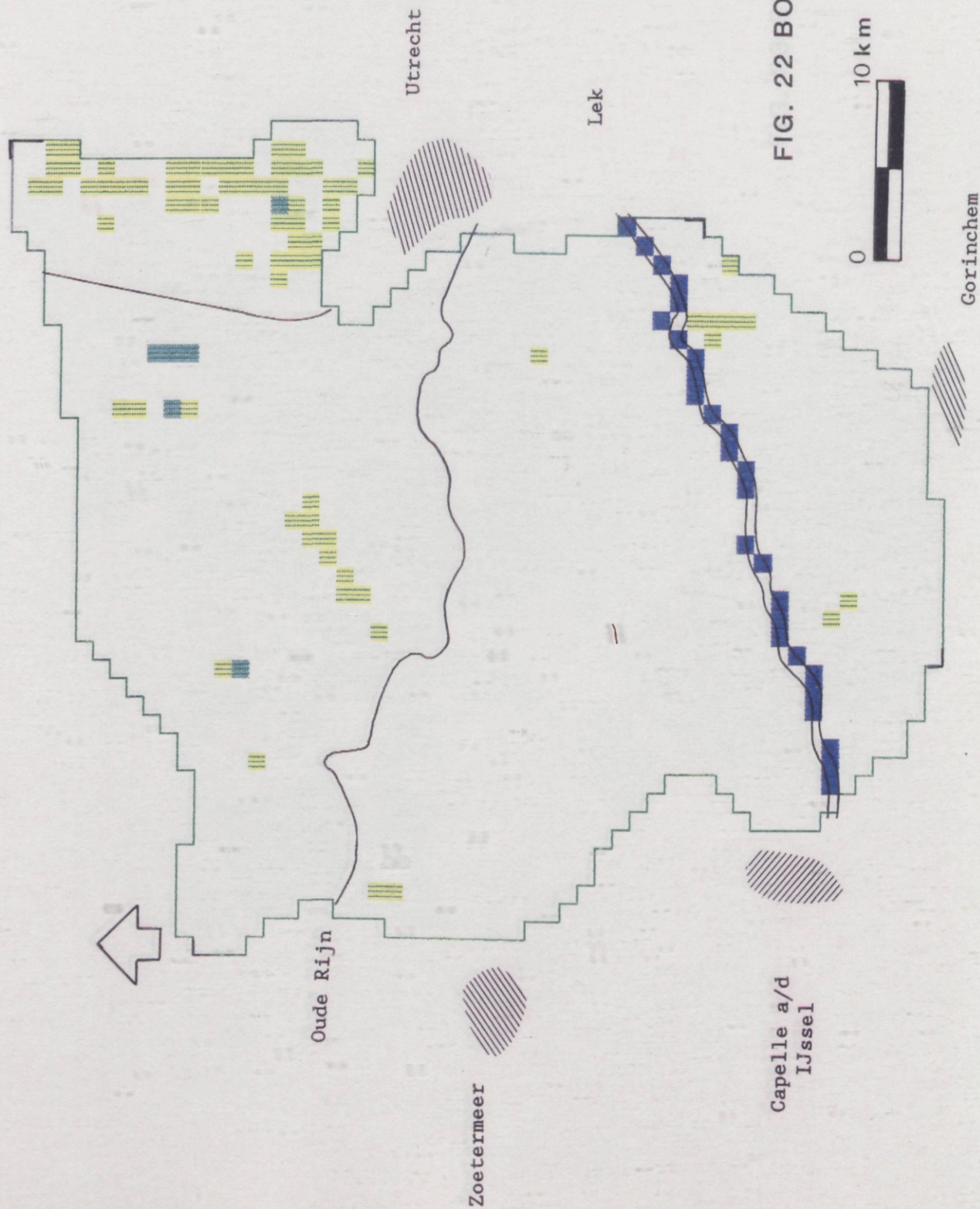
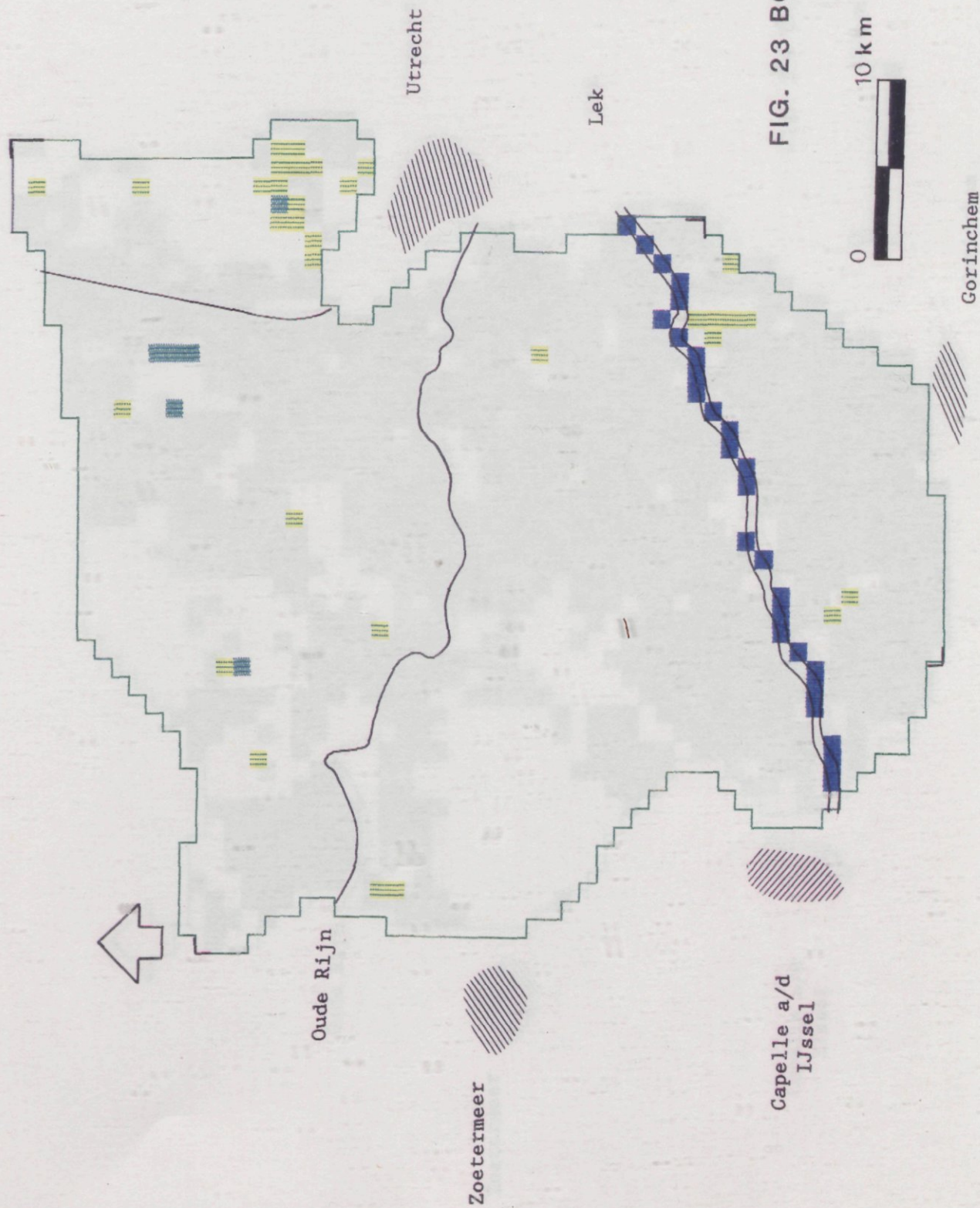


FIG. 22 BODEMGEBRUIK (STAP6)

Amsterdam - Rijn
kanaal



32



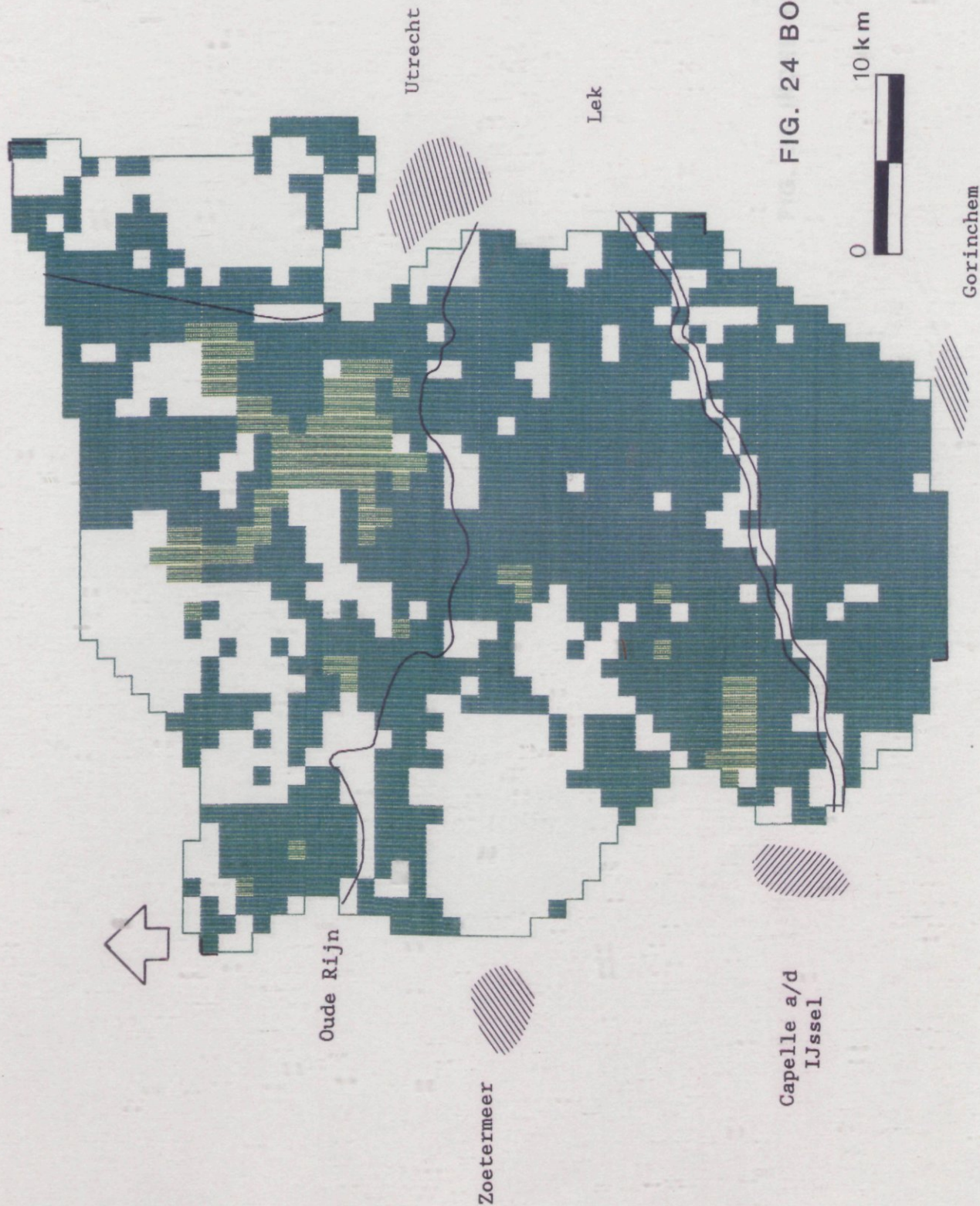
Legenda
 natuurgebied
 rivieren
 meren (polder)

FIG. 23 BODEMGEBRUIK (STAP7)

0 10 km

Gorinchem

Amsterdam - Rijn
kanaal



1042

Legenda
grasland <20
grasland >20

Capelle a/d
IJssel

0 10 km

FIG. 24 BODEMGEBRUIK GRASLAND

Amsterdam - Rijn
kanaal

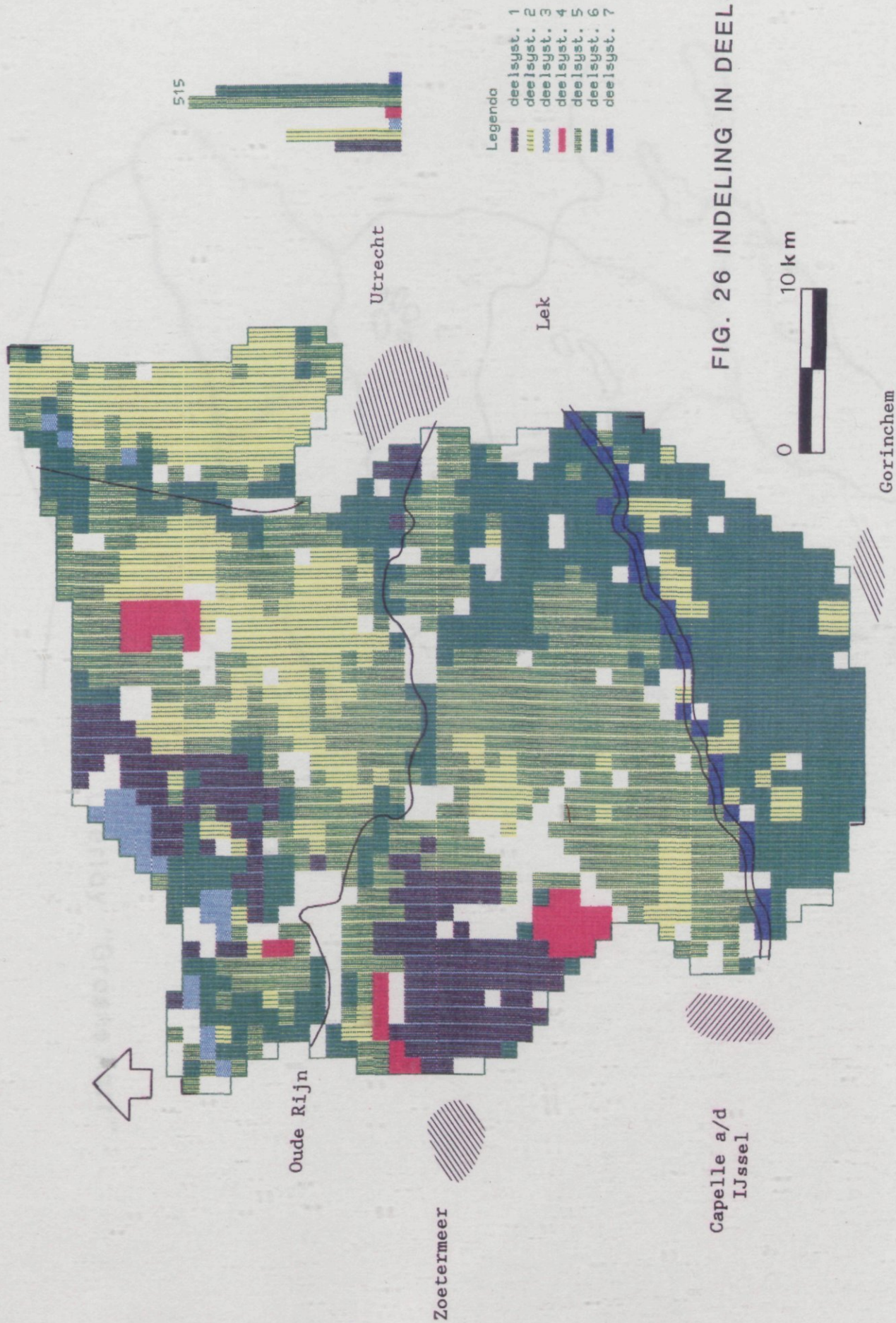


FIG. 26 INDELING IN DEELSYSTEMEN